



**Nélson David Silva
Brites**

**REFORMULAÇÃO DO LAYOUT E SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE UMA LINHA DE MONTAGEM
DE CADEIRAS**



**Nélson David Silva
Brites**

REFORMULAÇÃO DO LAYOUT E SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE CADEIRAS

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Cristóvão Silva

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar quero deixar um agradecimento mais do que especial aos meus pais e irmã, que apesar de tudo nunca deixaram de me apoiar e de acreditar em mim.

À Universidade de Aveiro, que tão bem me acolheu durante todos estes anos e me fez sentir em casa.

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Raquel Xambre por toda a disponibilidade, paciência e apoio prestado ao longo desta jornada.

À Levira S.A. pela oportunidade de realizar o meu projeto num contexto empresarial real e pela confiança que depositaram em mim. Ao pessoal do gabinete de planeamento, que me acolheu e me fez sentir parte da equipa. A todos os colaboradores com quem trabalhei e partilhei experiências, em especial ao Sr. José Horta, sem o qual não teria conseguido levar este projeto a bom porto.

À malta de sempre, e para sempre, da colheita de 2008 de Engenharia do Ambiente! e aos não de sempre, mas com certeza para sempre: Campos, Anfré, Ana Marques e Bzinha. Obrigado por tudo. Mesmo!

palavras-chave

Lean thinking, Melhoria contínua, Supermercado de componentes, Desperdício, Valor.

resumo

Num mundo cujos mercados se apresentam como sendo cada vez mais competitivos, é de vital importância que as organizações efetuem as suas atividades produtivas de forma o mais eficiente possível, reduzindo os desperdícios a elas associados ao mesmo tempo que criam para si vantagens competitivas.

O projeto proposto teve como principal objetivo a melhoria da eficiência de uma linha de montagem de cadeiras na metalúrgica do Levira S.A. Esta melhoria foi alcançada através da reformulação do layout da linha de montagem de cadeiras e através da criação de um supermercado de componentes numa zona adjacente a esta. Nesse sentido, recorreu-se ao Lean Thinking e a algumas das suas ferramentas para eliminar desperdícios e melhorar a forma como as atividades de valor acrescentado são realizadas.

A eficiência das alterações implementadas foi avaliada de duas formas distintas: uma meramente teórica, com recurso à literatura existente e uma mais analítica, com recurso ao programa de simulação Arena. Para a realização desta última, foi selecionado o artigo com maior volume de vendas e foram criados diversos cenários hipotéticos, analisando a posteriori os resultados obtidos.

keywords

Lean thinking, Continuous improvement, Components' supermarket, Waste, Value.

abstract

In a world where markets are increasingly competitive, it is vitally important that organizations carry out their productive activities as efficiently as possible, reducing wastes associated with production while, at the same time, creating competitive advantages for themselves.

The main objective of the proposed project was to improve the efficiency of an assembly line of chairs at Levira SA metallurgy. This improvement was achieved through redesigning the chair's assembly line and through the creation of a component supermarket in an area adjacent to it. In this regard, Lean Thinking and some of its techniques were used to eliminate waste and improve the way value-added activities are carried out.

The efficiency of the implemented changes was evaluated in two different ways: one purely theoretical and the other more analytical using the Arena simulation software as a resource. In order to carry out the latter, the product with the highest sales volume was selected and several hypothetical scenarios were created, retrospectively analysing the obtained results.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento e motivação do projeto	1
1.2. Objetivos do projeto	2
1.3. Estrutura do relatório.....	2
2. Enquadramento teórico	5
2.1. Introdução ao <i>lean thinking</i>	5
2.2. <i>Toyota Production System</i> (TPS)	5
2.3. O significado de valor	9
2.4. Princípios e conceitos.....	10
2.4.1. Os princípios revistos do <i>lean thinking</i>	10
2.4.2. Desperdício ou <i>Muda</i>	14
2.4.3. Identificação do desperdício	14
2.4.4. 8 fontes de desperdício	17
2.5. Ferramentas e metodologias utilizadas	20
2.5.1. Filosofia kaizen	20
2.5.2. Ciclo PDCA e SDCA.....	21
2.5.3. Os 5 S's +1	25
2.5.4. Mapeamento da cadeia de valor (MCV)	26
2.6. Supermercado	26
2.7. Métricas <i>Lean</i> (KPI's).....	27
3. Caso de estudo	31
3.1. O grupo Prébuild	31
3.2. Metodologia e calendarização	37
3.3. Processo produtivo da Metalúrgica do Levira S.A.....	39
3.4. Zona alvo de intervenção: Sector de montagem de cadeiras.....	40
3.5. Situação inicial.....	42
3.6. Dados recolhidos	47
3.7. Alterações efetuadas, propostas de melhoria e resultados	49
3.7.1. Melhorias gerais	49
3.7.2. Criação do supermercado de componentes	51
3.7.3. Reformulação do <i>layout</i> da linha de montagem.....	57
3.8. Dados à <i>posteriori</i> (simulação)	68

4. Conclusões.....	85
Referências bibliográficas	87
Anexos	89

Índice figuras

Figura 1 - Casa TPS.....	6
Figura 2 - Produção tradicional vs produção <i>just-in-time</i>	7
Figura 3 - Atividades que acrescentam e não acrescentam valor.....	10
Figura 4 - Os sete princípios revistos do <i>lean thinking</i>	12
Figura 5 - Os três MU's identificados pelo sistema TPS	15
Figura 6 - Os 5M+Q+S e alguns possíveis desperdícios.....	16
Figura 7 - Ciclo PDCA	22
Figura 8 - Proposta de revisão do ciclo PDCA	23
Figura 9 - Ciclo SDCA	23
Figura 10 - Ação conjunta do ciclo PDCA e SDCA.....	24
Figura 11 - Os 6S's (5S's+1) e a eliminação do desperdício.....	25
Figura 12 - Local de fundação do grupo Prébuild	31
Figura 13 - Expansão do grupo Prébuild para a Europa	32
Figura 14 - Expansão globalizada do grupo Prébuild	33
Figura 15 - Empresas do grupo Prébuild no sector da construção	33
Figura 16 - Industrias do grupo Prébuild.....	34
Figura 17 - Localização da Metalúrgica do Levira S.A. em território nacional.....	34
Figura 18 - Estrutura organizacional da Levira S.A.	37
Figura 19 - Calendarização do projeto	39
Figura 20 - Zonas de montagem da Levira S.A.	40
Figura 21 - Áreas de trabalho do sector de montagem de cadeiras	41
Figura 22 - Setor de montagem de cadeiras, armazém de cadeiras e armazém de madeiras	41
Figura 23 - Área de corte.....	43
Figura 24 - Mesa de colagem	44
Figura 25 - Área de colagem.....	44
Figura 26 - Área de costura	44
Figura 27 - Área de estofagem	45
Figura 28 - Área de montagem.....	46
Figura 29 - Passadeira da área de montagem	46
Figura 30 - Material de embalagem	47
Figura 31 - Área de embalagem.....	47
Figura 32 - Percentagem de horas de trabalho efetivo e de paragens.....	48
Figura 33 - Motivos de paragem e o seu peso (em %) no tempo de paragem total.....	49
Figura 34 - Caleira de proteção	50
Figura 35 - Proposta inicial do <i>layout</i> do supermercado de componentes	53
Figura 36 - Desordem da área adjacente à linha de montagem de cadeiras.....	54
Figura 37 - <i>Layout</i> final do supermercado de componentes	55
Figura 38 - Armário de componentes	56
Figura 39 - Etiqueta identificativa	57
Figura 40 - Zonas distintas contendo áreas de trabalho da mesma linha de montagem	58
Figura 41 - <i>Layout</i> final da linha de montagem de cadeiras e a sua localização relativa em relação ao supermercado de componentes	60

Figura 42 - Construção do armazém de peles.....	61
Figura 43 - Disposição dos equipamentos na área de corte	62
Figura 44 - Estrutura de apoio ao sistema de exaustão.....	63
Figura 45 - Mesa de colagem	63
Figura 46 - Disposição dos equipamentos na área de costura.....	64
Figura 47 - Disposição dos equipamentos na área de estofagem	65
Figura 48 - Montagem do suporte da caixa elétrica da passadeira	65
Figura 49 - Disposição dos equipamentos na área de montagem	66
Figura 50 - Interruptor.....	67
Figura 51 - Área de embalagem	67
Figura 52 - Mesa de suporte à área de embalagem.....	68
Figura 53 - Fluxograma do sistema produtivo do setor de montagem de cadeiras	68
Figura 54 - Cadeira TOTEN-1981.01	69
Figura 55 - Parâmetros do modelo de simulação	73
Figura 56 - Modelo de simulação	73
Figura 57 - Taxas de utilização por área de trabalho e cenário considerado.....	82

Índice de tabelas

Tabela 1 - Parque industrial da Metalúrgica do Levira S.A.	36
Tabela 2 - Horas anuais de trabalho efetivo e horas de paragem	47
Tabela 3 - Motivos de paragem e as suas respetivas durações	48
Tabela 4 - Tempos de atividade produtiva por área de trabalho	70
Tabela 5 - Número de unidades presentes nos <i>buffers</i> e distâncias percorridas pelos colaboradores	72
Tabela 6 - Número de colaboradores afetos a cada área de trabalho em cada um dos cenários criados	74
Tabela 7 - Número de unidades produzidas e valores de WIP	75
Tabela 8 - Tempos de atividades de valor acrescentado/não acrescentado e lead times	77
Tabela 9 -Taxas de utilização individuais e gerais	79
Tabela 10 - Tempos dependidos com falhas de materiais e respetivas variações percentuais entre cenários	83

Glossário

TPS - *Toyota production system*

JIT - *Just-in-time*

CLT - *Comunidade lean thinking*

JIC - *Just-in-case*

MCV - *Mapeamento da cadeia de valor*

KPI's - *Key Performance Indicators*

TPM - *Total Productive Maintenance*

WIP - *Work In Progress*

1. Introdução

Num mundo cujos mercados globais têm ganho uma importância cada vez maior na economia, torna-se imperativo que as organizações desenvolvam vantagens competitivas que lhes permitam rivalizar com os seus principais concorrentes. Assim, e independentemente da sua área de negócio, estas devem centrar os seus esforços em procurar tornar os seus produtos competitivos, evitando a perda de clientes e, ao mesmo tempo, maximizando o retorno financeiro que daí poderá advir.

As operações desenvolvidas nas linhas de montagem de uma organização revestem-se de extrema importância na medida em que influenciam de forma direta e decisiva o número de artigos produzidos, afetando assim as receitas que daí advêm. Além da eficácia destas, também a existência/inexistência de um acesso facilitado aos componentes a utilizar por parte dos colaboradores afeta a eficácia com que se faz a montagem dos produtos finais, influenciando assim a produtividade organizacional. A empresa Levira S.A., onde se realizou o trabalho descrito no presente documento, possui nas suas instalações 3 linhas de montagem, dedicadas à produção de diversos modelos de cadeiras, armários e blocos/mesas, onde são utilizados um elevado número de componentes diferentes, o que exige um enorme esforço de gestão por parte dos responsáveis pelos armazéns.

Neste contexto, e tendo por base a ideia da melhoria do desempenho das linhas de montagem, o *lean manufacturing*, também conhecido como *Toyota Production System* (TPS) por ter sido desenvolvido por um executivo da *Toyota* (Taiichi Ohno), sendo uma filosofia de gestão organizacional amplamente utilizada, que se foca na redução do desperdício ao longo de todo o processo produtivo, pode fornecer as ferramentas necessárias para esse processo de melhoria. Como consequência das reduções de desperdício, a eficácia do trabalho desenvolvido aumenta enquanto que os tempos e custos de produção diminuem, aumentando assim a eficiência produtiva da empresa.

1.1. Enquadramento e motivação do projeto

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito de um estágio curricular que teve lugar na Levira Portugal - Metalúrgica do Levira S.A. tendo tido a duração de 9 meses, com início no dia 21/09/2016 e término no dia 19/05/2017.

A realização deste projeto faz, no contexto empresarial atual, todo o sentido por duas ordens de razão: o facto das empresas de produção de mobiliário de escritório se estarem a tornar cada vez mais competitivas entre si procurando, hoje mais do que nunca, melhorar os seus processos de forma a reduzir os desperdícios associados, aumentando assim o volume de vendas e consequentemente os lucros; e a necessidade de alteração dos processos/procedimentos que se encontram obsoletos para acompanhar a “evolução natural dos tempos”.

1.2. Objetivos do projeto

O presente projeto tem como objetivo a reformulação do *layout* de uma linha de montagem de cadeiras e a criação de um supermercado de componentes numa área adjacente àquela. As alterações a implementar têm dois objetivos claros: (i) obter uma maior eficiência nos processos de montagem e (ii) conseguir uma gestão racional dos stocks de componentes. Para isso, irão ser adotadas metodologias *lean*, que se espera que tragam melhorias significativas para a eficiência da linha, permitindo por um lado a redução dos tempos de ciclo da montagem e consequente aumento do número de artigos produzidos e, por outro, o aumento do volume de vendas da organização. Esta última consequência pode, à primeira vista, não parecer fazer muito sentido na medida em que para que haja um aumento de vendas é necessário que para além do aumento da produção haja também clientes dispostos a comprar esses mesmos produtos. Posto isto, e enquadrando esta premissa no cenário atual da organização, podemos afirmar que para aumentar o seu volume de vendas apenas será necessário aumentar a produção de produtos finais na medida em que as encomendas recebidas ultrapassam a capacidade de resposta instalada.

1.3. Estrutura do relatório

O presente relatório foi dividido, por motivos de organização e de facilidade de consulta, nos seguintes capítulos:

O capítulo 1, onde foi realizada a introdução do problema a tratar e foi feita a definição dos objetivos propostos a alcançar.

O capítulo 2, onde irá ser realizado um enquadramento teórico de suporte ao trabalho desenvolvido.

O capítulo 3, onde irá ser realizada, para além da apresentação da empresa e do seu processo produtivo, a explanação do trabalho realizado e dos resultados obtidos. Será ainda analisado e interpretado o estudo levado a cabo *a posteriori*, com recurso ao software de simulação *Arena*, onde se compararam diferentes cenários hipotéticos com o objetivo de avaliar a sua qualidade e aplicabilidade no setor alvo de intervenção.

O capítulo 4, onde irão constar todas as conclusões retiradas do desenvolvimento do presente projeto.

2. Enquadramento teórico

2.1. Introdução ao *lean thinking*

O termo “*lean thinking*”, cujas origens remontam ao sistema de produção da Toyota (ou *Toyota Production System*), foi pela primeira vez utilizado, como conceito de liderança e gestão empresarial, por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross (1990) na sua obra de referência intitulada “*The machine that changed the world*”. Segundo Pinto (2014), tratando-se de um dos mais bem-sucedidos paradigmas de gestão que o mundo empresarial já conheceu, torna-se fácil entender a razão da sua rápida aceitação global: ser uma filosofia de liderança e gestão abrangente que tem por base a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Womack e Jones (2003) consideram o “*lean thinking*” como sendo o “antídoto para o desperdício”, sendo este qualquer atividade humana que não acrescenta valor ao produto final para nenhuma das partes interessadas (*stakeholders*) no negócio. Assim, para que uma organização crie valor, é imperativo que se identifiquem todos os aspetos que não são úteis para a satisfação das necessidades dos seus *stakeholders*, eliminando sempre que possível qualquer forma de desperdício (*muda*). A criação de valor e a eliminação de desperdícios complementam-se assim no caminho para a excelência das organizações.

Ainda segundo Pinto (2014), e muito embora aplicadas com grande sucesso no setor industrial, muitas das ferramentas e métodos *lean* continuam sem aplicação no setor dos serviços. Existe, porém, um crescente interesse por essa metodologia noutras áreas começando a assistir-se a cada vez mais aplicações em diferentes setores como saúde, educação, retalho, entre outros.

2.2. *Toyota Production System* (TPS)

“TPS é muito mais do que um conjunto de ferramentas e soluções de melhoria, é uma cultura” – Pinto, 2014

O TPS é uma corrente de gestão organizacional desenvolvida na década de 40 por Taiichi Ohno (e mais tarde por Shigeo Shingo) no seio da Toyota Motors Company, com o objetivo de conquistar o mercado automóvel baseando a sua estratégia organizacional na flexibilidade, fiabilidade e redução dos custos das suas atividades e processos. Ao longo dos anos, esta ideologia

foi ganhando visibilidade e notoriedade, tendo atingido o pico do seu reconhecimento quando, no fim da primeira década do novo milénio, a Toyota alcançou a liderança do sector de fabricantes automóveis, ultrapassando a General Motors Company que defendeu esse lugar durante décadas.

Esta ideologia é, atualmente, amplamente utilizada na generalidade das indústrias, permitindo a eliminação de qualquer tipo de desperdício e fomentando o aumento do nível da qualidade dos produtos, ao mesmo tempo que incentiva os colaboradores a serem proativos, desenvolvendo capacidades de resolução de problemas pontuais, evitando assim a sua propagação ao longo do processo produtivo. O TPS é usualmente apresentado como tendo a forma de uma casa (figura 1), representando toda a organização, sendo composta por quatro grandes áreas que apesar de terem funções distintas se encontram intimamente associadas: o telhado, a base e dois grandes pilares: o pilar *Just-In-Time* (JIT) e o pilar *Jidoka*.

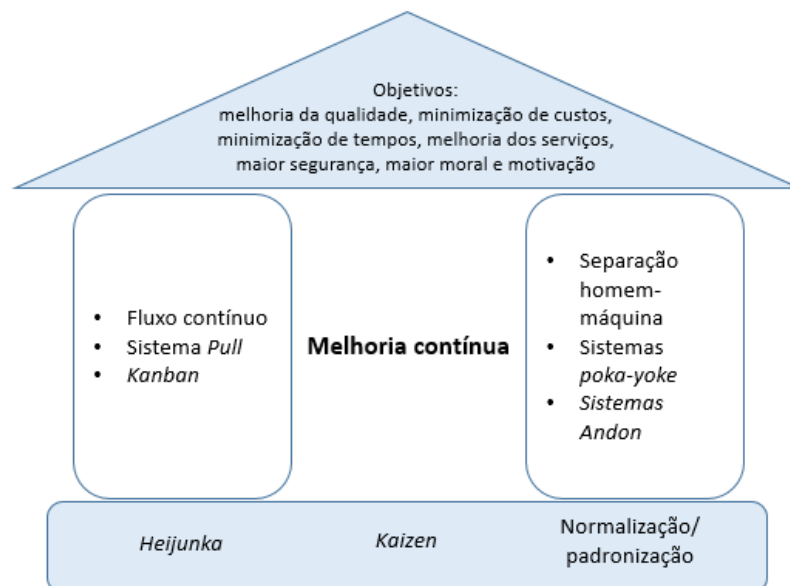


Figura 1 - Casa TPS (adaptado de: Pinto, 2014)

A base da casa TPS é vista como sendo um “bloco” de vital importância para o bom funcionamento de todo o sistema na medida em que é nele que assentam todos os outros elementos que a constituem. Numa analogia entre a base da casa TPS e as fundações de uma casa real, torna-se fácil entender a razão pela qual esta deverá ser firme e estável. Assim, e por forma a alcançar esta estabilidade é necessária a implementação de três elementos básicos: a normalização de processos, que está relacionada com a padronização das atividades e processos de forma a que sejam sempre realizados da mesma forma independentemente do colaborador que as está a desenvolver; a aplicação da filosofia *Kaizen* (ou de melhoria contínua) que dizem respeito ao

continuo e constante melhoramento dos processos produtivos na busca da excelência; e a utilização do *Heijunka*, que diz respeito a um correto nivelamento dos processos produtivos.

No telhado da casa TPS encontram-se representadas as metas e objetivos a atingir com a utilização deste sistema, sendo que estes passam por uma melhoria da qualidade dos produtos e atividades, reduzindo os custos e tempos de produção a eles associados, ao mesmo tempo que se elimina o desperdício na organização e se investe na formação e motivação de todos os colaboradores.

Um dos pilares da casa TPS, sobre os quais esta se sustenta, foi defendido por Ohno (1988) e é conhecido como pilar “*Just-In-Time*”. Esta expressão pode ser diretamente traduzida para português como “no momento certo”, porém, aquela significa “produzir apenas o que é necessário, no momento e na quantidade necessária” (Suzaki, 2010), em contraponto ao paradigma vigente de enviar, descoordenadamente, para jusante, a totalidade dos artigos produzidos criando stocks desnecessários. Assim, este pilar da casa TPS tem como objetivo o ajuste do ritmo a que o processo produtivo se desenvolve às necessidades dos processos e colaboradores a jusante. Este centra-se na redução dos níveis de stocks ao longo de toda a cadeia de abastecimento criando para isso um sistema de fluxo contínuo onde é o cliente quem despoleta a ordem de produção, seguindo para isso uma lógica de *pull* (explicado mais a frente no presente relatório). Na figura 2 encontra-se representada a comparação entre a produção tradicional e a produção *Just-in-time*.

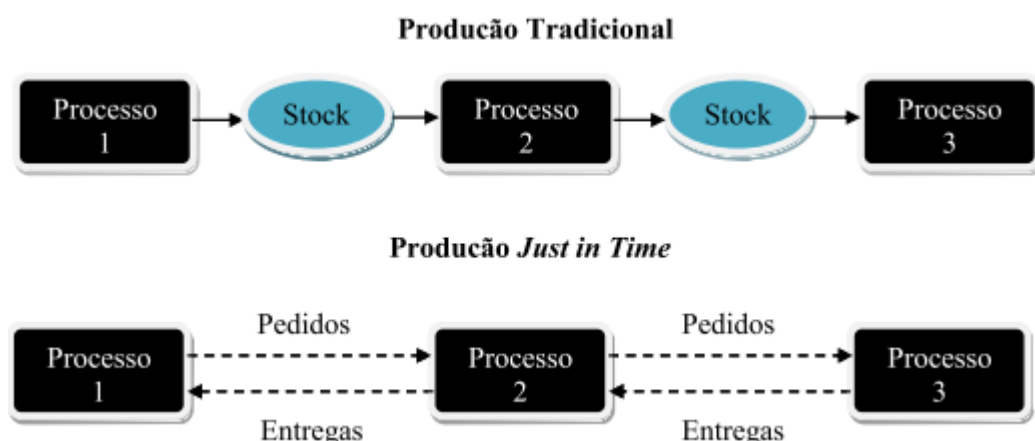


Figura 2 - Produção tradicional vs produção just-in-time (fonte: Gallardo, 2007)

Além da redução de *stock*, o sistema JIT gera inúmeras vantagens para a organização, podendo destacar-se a redução dos *lead times*, a redução do tempo despendido com atividades que não acrescentam valor, bem como um melhor balanceamento das linhas produtivas e uma melhor clarificação dos problemas existentes (Imai, 1986).

Outro aspeto de extrema importância num sistema JIT é o fluxo de informação, pelo que foi criado o conceito de *Kanban*, que é considerado por muitos autores como sendo um dos pontos centrais do sistema produtivo *lean* na medida em que faz um controlo de toda a produção. *Kanban* pode ser definido como sendo um mecanismo de controlo do fluxo de material (recorrendo-se frequentemente a cartões de controlo de inventário), controlando a quantidade e o tempo próprio de produção dos produtos necessários, funcionando ao mesmo tempo como um sistema de informação que une todos os processos. Assim, entre os benefícios da utilização deste mecanismo podem destacar-se a eliminação do excesso de produção (reduzindo assim a quantidade de stock em curso de fabrico), o aumento da flexibilidade de resposta aos pedidos dos clientes e o apoio na coordenação da produção. Por tudo isto, o mecanismo *Kanban* é, segundo Ohno (1998), o que faz o sistema JIT fluir suavemente.

“I plan to cut down on the slack time within work processes and in the shipping of parts and materials as much as possible. As the basic principle in realizing this plan, I will uphold the “just in time” approach. The guiding rule is not to have goods shipped too early or too late.” -

Kiichiro Toyoda, fundador da Toyota Motor Company, 1938

O outro pilar, indicado por Ohno (1988), responsável pela sustentação de toda a casa TPS dá pelo nome de *Jidoka*, sendo também frequentemente apelidado de “automação inteligente”. O termo *Jidoka* está relacionado com a necessidade de facultar ao homem ou à máquina a autonomia necessária para interromper a produção sempre que alguma anomalia seja reconhecida. Esta automação permite a deteção dos problemas que ocorrem no processo produtivo, permitindo uma paragem dos processos assim que uma anomalia é verificada, procedendo-se à sua resolução imediata no local onde esta ocorre, impedindo assim que as falhas ou defeitos se avolumem e/ou se alastrem ao longo do processo produtivo. Assim, para que determinado equipamento possa operar de forma independente do trabalhador, este deve estar dotado de sistemas de deteção e prevenção de falhas para que emitam um sinal de alerta para ao operador, suspendendo a sua

produção enquanto a anomalia não for resolvida (Ghinato, 2000). Estes mecanismos são fundamentais para o funcionamento de organizações que se regem por princípios *lean*, sendo utilizados tanto como métodos de controlo (como por exemplo aquando da paragem de determinado equipamento sempre que ocorra uma falha ou anomalia) como de advertência (enviando um alerta, normalmente sonoro ou visual, para o operador) (Ghinato, 2000)

Outro elemento importante pertencente ao pilar *Jidoka* são os sistemas *Andon*. Esta ferramenta de controlo diz respeito a um sistema de sinalização que permite, através de uma gestão visual, transmitir informação sobre o estado da linha de produção por forma a reduzir o tempo de resposta a perturbações que possam ocorrer, evitando assim que estas passem despercebidas (Liker, 2004).

2.3. O significado de valor

O conceito de valor é o ponto de partida para o desenvolvimento de todo o *lean thinking*. A sua definição sofreu diversas alterações ao longo dos anos, graças às suas características não quantificáveis e/ou intangíveis, sendo que atualmente é unanimemente aceite como sendo “mais do que a compensação que recebemos do dinheiro dado em troca. Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo.” (Pinto, 2014). Do ponto de vista do cliente, as organizações existem apenas para criar valor em produtos e/ou serviços que, direta ou indiretamente servem os seus propósitos. Considera-se então que o valor de algo apenas pode ser definido pelo consumidor final, tendo significado somente quando é expresso em termos de um produto ou serviço específico (podendo muitas vezes ser os dois em simultâneo) que suprime uma necessidade particular de um determinado cliente a um determinado preço numa dada altura (Womack e Jones, 2003). Apesar disso, não são apenas os clientes que esperam receber valor das organizações com quem interagem. Também os colaboradores, os acionistas, os fornecedores e a sociedade em geral esperam algum retorno para que continuem a apoiar o desenvolvimento da organização.

“O pensamento *Lean* deve, portanto, começar com uma tentativa consciente de definir precisamente valor, em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos, através de um diálogo com clientes específicos.” -

Womack e Jones, 2003

2.4. Princípios e conceitos

2.4.1. Os princípios revistos do *lean thinking*

Womack e Jones (1996) identificaram cinco princípios base da filosofia *lean thinking*: criação de valor, identificação da cadeia de valor, fluxo de valor, sistema *pull* e perfeição.

▪ Criação de Valor

A principal atividade desenvolvida pelas organizações é, sem dúvida, a criação e/ou adição de valor aos produtos ou serviços que estas comercializam. Assim, e de forma a criar valor para todas as partes interessadas no negócio (*stakeholders*), Pinto (2014) defende que “uma organização deve centrar-se nas atividades que vão ao encontro da satisfação daqueles, procurando eliminar todas as formas de desperdício”.

▪ Identificação da cadeia de valor

A cadeia de valor é o “veículo” que permite a entrega de valor aos clientes. É a sequência de processos que desenvolvem, produzem e entregam os resultados desejados. Assim, a análise da cadeia de valor consiste na identificação de três tipos de atividades:

1. aquelas que criam valor;
2. aquelas que não acrescentam valor e são totalmente dispensáveis;
3. aquelas que embora não acrescentando valor são inevitáveis dado as atuais tecnologias e formas de organização e gestão.

Na figura 3 encontram-se representados os três tipos de atividades anteriormente referidos.

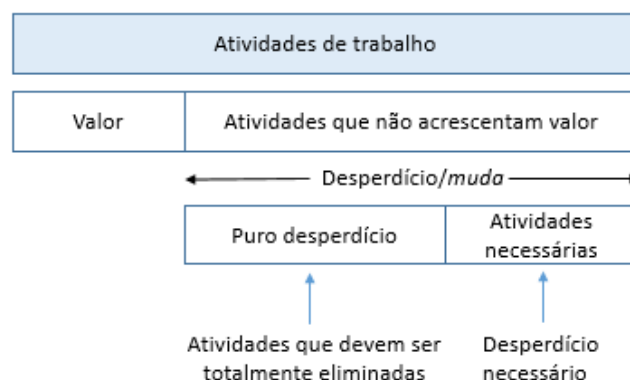


Figura 3 - Atividades que acrescentam e não acrescentam valor (adaptado de Pinto, 2014)

Da observação da figura 3, torna-se evidente que a identificação de toda a cadeia de valor de um produto expõe, com frequência, uma enorme quantidade de desperdícios (*muda*) (Womack e Jones, 2003), desperdícios esses que podem ser minimizados com recurso a metodologias e/ou ferramentas *lean*.

- **Fluxo de valor**

A questão do fluxo de valor traduz-se na procura de sincronização entre todos os meios envolvidos na criação de valor, com o objetivo de incluir apenas as atividades que acrescentam valor ao produto final. Aqui são tidos em conta fluxos de materiais, pessoas, informação e capital.

- **Sistema *Pull***

A lógica do sistema *pull*, em oposição ao sistema *push*, procura deixar o cliente (e outros *stakeholders*) liderar os processos, competindo-lhes apenas a eles desencadear os pedidos e evitando que as empresas empurrem para este aquilo que julgam ser as suas necessidades. Assim, através deste sistema não existe produção de bens sem que exista previamente um pedido por parte do cliente, evitando assim os desperdícios relacionados com a produção excessiva.

- **Perfeição**

As organizações devem estar dispostas a adotar uma postura de busca continua pela perfeição, ainda que se saiba de antemão que essa nunca será alcançada na medida em que não existe fim para a redução do esforço, do espaço, dos custos e dos erros nos processos produtivos. Essa busca é feita quer através da redução dos desperdícios nas suas atividades/processos, quer através de um conjunto de esforços para um conhecimento mais aprofundado acerca dos interesses, necessidades e expectativas dos diferentes *stakeholders*.

Considera-se no entanto que, segundo Pinto (2014), os princípios anteriormente descritos possuem algumas lacunas, nomeadamente: (i) consideram apenas a cadeia de valor do cliente (quando na realidade existe uma para cada *stakeholder*), pelo que o desafio não está na criação de valor mas na criação de um conjunto de valores; (ii) tendem a levar as organizações a entrar em ciclos intermináveis de redução de desperdícios (sendo muitas vezes prejudiciais à própria organização quando levados ao limite), ignorando a atividade crucial de criar valor através da inovação de produtos, serviços e/ou processos. Posto isto, e para evitar que as organizações entrem em esforços desnecessários de redução de desperdícios, a CLT (2008), propôs a revisão dos

princípios do *lean thinking*, sugerindo a adoção de mais dois princípios base: conhecimento dos *stakeholders* e inovação contínua.

- **Conhecimento dos *stakeholders***

Uma organização não pode centrar os seus esforços apenas na satisfação do seu cliente direto negligenciando os interesses e necessidades de todas as outras partes envolvidas (*stakeholders*), sob pena de poder hipotecar o seu próprio futuro. Por outro lado, a organização deve focalizar a sua atenção no cliente final e não apenas no cliente seguinte na cadeia de valor. Assim, independentemente da etapa da cadeia de valor em que a empresa se encontra, a sua preocupação deverá ser sempre servir o cliente final da melhor forma.

- **Inovação contínua**

A inovação contínua é um aspeto essencial na existência das organizações na medida em que permite criar novos produtos, serviços e processos de forma a aumentar a criação de valor.

Na figura 4 encontram-se representados os 7 princípios revistos do *lean thinking* (os 5 originais, propostos por Womack e Jones (1996), e os 2 sugeridos pela CLT) assim como a ordem pela qual devem ser utilizados.

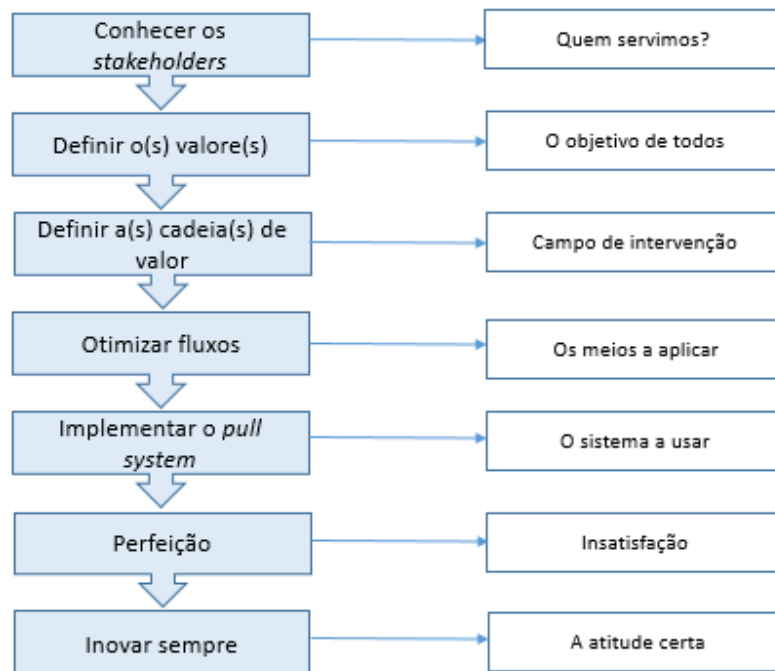


Figura 4 - Os sete princípios revistos do *lean thinking* (adaptado de: CLT, 2008)

Assim, e segundo Pinto (2014), os novos princípios *Lean* são:

1. Conhecer quem servimos – Conhecer em detalhes todos os *stakeholders* do negócio, pois “uma organização que apenas se concentre na satisfação do seu cliente, negligenciando os interesses e necessidades das outras partes (como colaboradores), não pode augurar um bom futuro” (Pinto, 2014).

2. Definir os valores – Uma organização não pode contentar-se a satisfazer apenas as necessidades do seu cliente negligenciando os restantes *stakeholders*. Porém, não raras vezes acontece que as empresas, cegas pela necessidade de obtenção de lucros rápidos e fáceis conseguidos a custa dos seus colaboradores e do ambiente, negligenciam uma porção das partes interessadas, levando à sua perda de interesse no negócio e em casos extremos a sua saída de cena, acarretando com isso avultados prejuízos para as organizações.

3. Definir as cadeias de valor – Com o objetivo de satisfazer todos os seus *stakeholders* as organizações terão, naturalmente, de definir para cada parte interessada a respetiva cadeia de valor, procurando sempre que possível o equilíbrio de interesses.

4. Otimizar o fluxo – “Procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Definir os Fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital.” (Pinto, 2014).

5. Implementar um sistema *pull* nas cadeias de valor – a implementação deste sistema, em oposição ao sistema *push*, confere aos clientes e restantes *stakeholders* o poder de liderar os processos, sendo eles os responsáveis pelo desencadear de pedidos, evitando assim que as empresas empurrem para estes aquilo que elas julgam ser as suas necessidades.

6. A procura pela perfeição – “Saber que os interesses, as necessidades e as expetativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução. Incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e procurando ser rápido, permitirá às organizações melhorar continuamente.” (Pinto, 2014)

7. Inovar constantemente – “Inovar para criar novos produtos, novos serviços, novos processos: isto é, para criar valor.” (Pinto, 2014).

2.4.2. Desperdício ou *Muda*

O desperdício (ou *muda*, em japonês) é o conceito utilizado para definir as atividades realizadas por uma qualquer organização que, consumindo tempo e recursos, não criam valor. A existência destas atividades que não criam valor, no seio de uma organização, implica que os preços a praticar sob os artigos produzidos sejam mais elevados do que o que seria adequado e necessário. Torna-se assim claro que esta situação facilmente se poderá tornar numa desvantagem competitiva, sendo para isso apenas necessário que exista um outro agente no mercado capaz de oferecer o mesmo valor para o cliente exigindo compensações monetárias mais reduzidas.

“Por incrível que pareça, mais de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades *muda* (...) como por exemplo, processos burocráticos, deslocações, inspeções (...).

Como consequência disto, cerca de 40% dos custos em qualquer negócio resultam da manutenção do desperdício.” - Pinto, 2014

Posto isto, é evidente a importância vital que o desperdício tem no saudável funcionamento das organizações, tornando-se assim de máxima relevância a sua classificação de modo a poder ser combatido de forma eficaz. Assim, o desperdício pode ser classificado em dois grandes grupos:

Desperdício puro – é resultante de atividades completamente desnecessárias e que devem ser completamente eliminadas do ambiente organizacional. Este tipo de desperdício chega a representar cerca de 65% do *muda* nas organizações (Pinto, 2014).

Desperdício necessário – é resultante de atividades que embora produzam desperdício são indispensáveis para a criação do produto ou serviço. Este tipo de *muda* deve ser analisado e tratado de forma a que a sua redução seja quão significativa quanto possível (Pinto, 2014).

Segundo Pinto (2014), o desperdício pode ainda ser classificado como visível e invisível, sendo que este último para além de se encontrar em muito maior abundância no seio organizacional, é o mais difícil de reduzir.

2.4.3. Identificação do desperdício

A filosofia TPS de gestão empresarial identificou uma série de técnicas e ferramentas úteis para identificar os desperdícios. Entre as principais podem destacar-se:

- **Os três MU's**

Segundo Pinto (2014), para a criação dos produtos ou serviços necessários para satisfazer as necessidades dos clientes é necessária a utilização de uma série de recursos, materiais, espaço, entre outros, que são, muitas vezes, utilizados de forma desequilibrada. Este desequilíbrio na sua utilização está relacionado com o desnivelamento entre a carga imposta ao sistema e a sua própria capacidade, resultando em perdas significativas para as organizações.

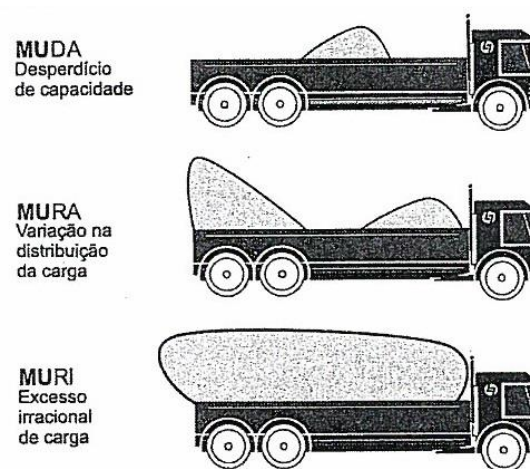
Numa ótica de gestão empresarial japonesa, estes desequilíbrios são expressos nos seguintes termos:

MUDA – refere-se ao desperdício e está relacionado com tudo o que não acrescenta valor ao produto não estando o cliente disposto a pagar por ele, devendo assim ser reduzido ou, se possível, eliminado;

MURA – refere-se às irregularidades ou inconsistências dos processos, podendo ser eliminadas através da adoção do sistema JIT, procurando produzir apenas o que é necessário e quando é pedido;

MURI – refere-se aos excessos ou insuficiências de carga sob os processos ou recursos disponíveis, podendo ser eliminados através da uniformização de trabalho, garantindo a previsibilidade, estabilidade e controlo de todos os processos.

Na figura 5 encontram-se representados os três tipos de desequilíbrios identificados pelo sistema TPS.



*Figura 5 - Os três MU's identificados pelo sistema TPS
(fonte: Pinto, 2014)*

- **Os 5M+Q+S**

Outra forma de identificar o desperdício no seio organizacional passa pela análise das áreas onde aquele pode ocorrer. Nesta abordagem são tidos em conta 7 grandes grupos, sendo que a sigla 5M está relacionada com as iniciais em inglês de cada uma das seguintes áreas: **Men**, **Method**, **Materials**, **Machines** e **Management**, enquanto que o “**Q**” diz respeito à **Quality** e o “**S**” a **Safety**. O objetivo da utilização desta abordagem é facilitar a procura do desperdício no âmbito organizacional através da utilização de um método sistemático e disciplinado. Na figura 6 encontram-se representadas as áreas anteriormente enumeradas assim como alguns desperdícios a elas associados.

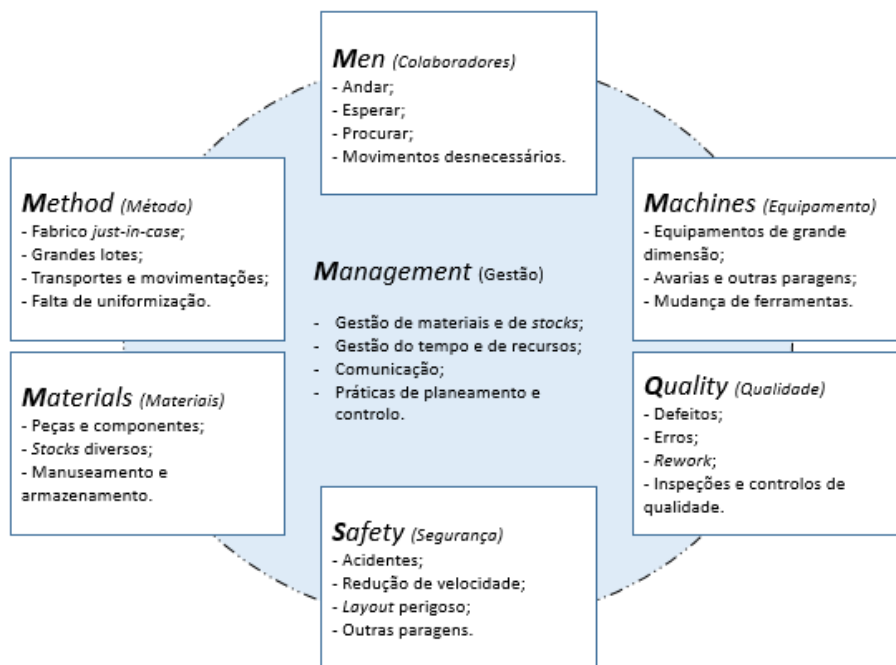


Figura 6 - Os 5M+Q+S e alguns possíveis desperdícios (adaptado de: Pinto, 2014)

A principal vantagem da utilização desta técnica como forma de identificação dos desperdícios é a sua facilidade de utilização, sendo que os seus resultados estarão agrupados consoante as áreas analisadas. Assim, após a identificação dos desperdícios existentes em cada área torna-se mais fácil atuar sobre eles, podendo para isso ser utilizadas várias ferramentas ou metodologias *lean*.

2.4.4. 8 fontes de desperdício

“Não há nada mais inútil do que fazer de forma eficiente algo que nunca deveria ter sido feito” -

Drucker, 1980

Paralelamente ao desenvolvimento do *TPS*, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram sete categorias de desperdício, que viriam a tornar-se tão populares que acabariam sendo globalmente aceites e aplicadas durante as décadas que se seguiram. Mais recentemente, foi adicionada uma nova fonte de desperdício a essa lista, sendo que começa agora a ter bons níveis de aceitação por parte da comunidade científica. Assim, a lista mais atualizada de fontes de desperdício é:

1. Sobreprodução

Segundo Pinto (2014), este tipo de desperdício é o mais penalizador para as organizações, sendo utilizada uma produção JIC (*just-in-case*), em detrimento da preferencial JIT, levando à produção em excesso de materiais desnecessários. Algumas das consequências mais graves deste excesso de produção são a ocupação desnecessária de recursos, o aumento de stocks, ausência de flexibilidade no planeamento e o consumo inconsequente (a nível de retorno financeiro) de materiais e energia. Quanto às causas deste tipo de desperdício, podem salientar-se a necessidade de criação de stocks de grandes dimensões para compensar o número de peças que possam ter defeitos e a necessidade de rentabilizar os esforços realizados em atividades que não acrescentam valor (transportes, inspeções, mudança de *setups*, etc.). As consequências para as organizações deste tipo de desperdício podem ser reduzidas ou eliminadas através da implementação de métodos de produção *lean* diretamente na fonte dos problemas. Entre as metodologias a adotar encontra-se a programação e uniformização do trabalho ao longo da cadeia de valor, um correto balanceamento dos postos de trabalho, sistemas de produção que operem num sistema de fluxo contínuo, a adoção de um sistema de produção JIT, um nivelamento das linhas produtivas (*heijunka*) e a mudança rápida de ferramentas de trabalho (*quick changeover*).

2. Tempos de espera

Este tipo de desperdício é referente ao tempo perdido pelas pessoas ou equipamentos cada vez que estão à espera de algo, dado que, estando parados, não estão a criar valor. Entre as principais causas para este tipo de desperdício podemos destacar a obstrução do fluxo produtivo (devido a avarias, falhas, entre outros), problemas de *layout* (originando transportes excessivos de materiais), atrasos com as entregas dos materiais por parte dos fornecedores e dessincronização

da capacidade de oferta com o volume de procura dos artigos a serem produzidos. Por outro lado, estes tempos “mortos” podem ser reduzidos ou eliminados aplicando alguns dos seguintes métodos: o nivelamento das operações (*heijunka*), a alteração do *layout* da(s) linha(s), a alteração rápida de ferramentas e realizando um balanceamento conveniente dos postos de trabalho.

3. Transporte

O conceito de transporte é, neste contexto e segundo Pinto (2014), definido como sendo qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas ou peças acabadas, de um sítio para outro por uma determinada razão. Embora inegavelmente necessário, este transporte provoca efeitos negativos no seio das organizações na medida em que para além de provocar perdas de tempo, ocorrem muitas vezes acidentes resultando na danificação dos produtos. Posto isto, torna-se evidente que a solução para este problema não pode passar pela eliminação completa do transporte de materiais em ambiente fabril, mas numa tentativa de redução das distâncias que aqueles percorrem. Para isso poderá ser necessário corrigir *layouts*, alterar o planeamento das operações e/ou optar por sistemas de transporte mais rápidos e flexíveis.

4. Desperdício do próprio processo

Todos os processos produtivos geram perdas que embora inevitáveis e praticamente impossíveis de eliminar por completo, devem ser tratadas de forma a serem reduzidas ao máximo. Esta redução poderá ser alcançada através de três alterações estratégicas: aumento das atividades automatizadas, formação dos colaboradores e substituindo os processos utilizados por outros mais eficientes.

5. Stocks

Os *stocks* são, tal como refere Pinto (2014), a “mãe de todos os males”. Segundo o mesmo autor, uma das maneiras mais fáceis e eficazes de encontrar desperdícios numa organização é procurar por pontos onde há tendência para existirem *stocks*. Estes não são mais do que materiais (podendo ser matérias-primas, componentes ou mesmo produtos acabados) que se encontram parados durante um determinado período de tempo, dentro ou fora da área fabril. Entre as causas mais comuns para a sua existência encontram-se: a aceitação, por parte da organização, da sua existência como sendo algo normal e imutável; a existência de gargalos ou estrangulamentos nos processos produtivos; a utilização de um sistema de produção JIC; o *layout* desapropriado dos equipamentos (que origina armazenamentos ou transportes desnecessários); os elevados tempos de mudança de ferramentas; os problemas de qualidade; e as diferentes velocidades com que

diferentes processos se desenvolvem. Assim, e tendo conhecimento das suas causas torna-se mais fácil proceder à sua minimização ou, idealmente, à sua completa eliminação. Para isso poderá ser necessário o reforço do planeamento e controlo de operações, o nivelamento da produção garantindo um fluxo estável e contínuo de materiais, a regulação do fluxo de operações, a implementação de sistemas *pull*, a melhoria da qualidade dos processos produtivos e a implementação de sistemas de mudança rápida de ferramentas.

6. Defeitos

Diz-se que uma determinada peça ou produto se encontra com defeito quando a sua configuração final não é esperada ou objetivo para o qual foi produzido não é satisfeito. Este tipo de erros pode ter origem mecânica ou humana, sendo que estes últimos tendem a acontecer com muito mais frequência e são muito mais difíceis de prever e evitar. Os defeitos são medidos através de uma taxa conhecida como “taxa de defeitos”, que mede a percentagem de artigos produzidos com algum tipo de defeito ou malformação. Quanto maior o número de defeitos registados, maior será, por norma, o número de queixas efetuadas por parte dos clientes, acarretando consigo efeitos prejudiciais para a organização (principalmente um desgaste da imagem da empresa aos olhos dos clientes e uma perda gradual da confiança que nela depositam). Segundo Pinto (2014), entre as principais causas para a ocorrência de defeitos podem destacar-se: a ideia generalizada de que errar é humano (dando azo a facilitismos desnecessários), a ausência de padrões de autocontrolo e de inspeção, as falhas e erros humanos (e mecânicos) e o transporte e movimentação de materiais. Ainda segundo o mesmo autor, as formas mais comuns para a sua eliminação são: a implementação de um maior número de atividades automatizadas, padronizadas e uniformizadas, a implementação de dispositivos de deteção de erros (ou *error-proofing*), a implementação de uma mentalidade baseada em “fazer bem à primeira”, o incentivo a uma produção em fluxo contínuo e a redução, tanto quanto possível, do movimento das peças e materiais.

7. Trabalho desnecessário

Este tipo de desperdício diz respeito ao movimento desnecessário, por parte dos colaboradores, para executar as operações que lhes competem. As suas principais causas são a desmotivação dos colaboradores, a existência de *layouts* de trabalho inadequados, falta de formação dos colaboradores levando a sua falta de capacidades ou competências e uma instabilidade nas operações desenvolvidas. As principais formas de eliminar este tipo de

desperdício são a implementação de fluxos contínuos de produção, a promoção da uniformização de operações de trabalho e a aposta na formação dos colaboradores.

8. Desperdício do potencial humano

Segundo Ohno (1988), um dos objetivos do TPS é “criar pessoas que pensam” e que utilizem os seus atributos individuais de forma a realizar as atividades que lhes são impostas de forma consciente e mais eficiente. O potencial humano representa assim uma série de características ou capacidades intrínsecas a cada um que, muito embora sejam frequentemente menosprezadas pelas organizações, podem ter um impacto significativo no seu desempenho, garantindo ganhos financeiros e de eficiência bastante relevantes. Este comprometimento pode ser alcançado através de atividades de formação e de incentivo à participação por parte de todos.

Os desperdícios não podem assim ser tratados de forma isolada uma vez que, como foi visto anteriormente, muitas vezes diferentes tipos de desperdício têm fontes ou causas semelhantes, pelo que ao reduzir ou eliminar um deles se poderá estar a solucionar parte de problemas derivados de outros tipos de desperdício.

2.5. Ferramentas e metodologias utilizadas

O universo *lean* possui inúmeras ferramentas e metodologias passíveis de ser aplicadas nas indústrias de modo a melhorar a sua performance. Contudo, apenas foram selecionadas aquelas que de algum modo foram aplicadas no caso em estudo.

2.5.1. Filosofia *kaizen*

Kaizen é uma palavra de origem japonesa cujo significado é uma “mudança para melhor” (*kai* - mudar e *zen* - melhor). Esta noção encontra-se, nos dias de hoje, tão profundamente enraizada na cultura japonesa que as pessoas praticam o *kaizen* de uma forma instintiva e natural sem que tenham, muitas vezes, consciência disso (Imai, 1986).

Esta metodologia, inicialmente desenvolvida por Taichi Ohno no seio do TPS, teve como objetivo a redução dos desperdícios gerados nos processos produtivos, procurando uma melhoria contínua da qualidade dos produtos e um aumento da produtividade e eficiência industrial.

Este tipo de metodologia defende que os processos devem ser melhorados para que se possam atingir melhores resultados. Além disso, o *kaizen* deve ser orientado para as pessoas, procurando motivar todos os colaboradores de forma a dirigir os seus esforços na busca da melhoria contínua. Uma abordagem focada apenas nos resultados, não estimula as pessoas a melhorar a forma como trabalham, apenas as estimula a trabalhar mais ou a trabalhar para atingir resultados quantificáveis.

Ao contrário do que é recorrente no seio empresarial, a filosofia *kaizen* não analisa os resultados organizacionais apenas recorrendo a uma análise dos resultados obtidos, defendendo que essa deverá também ser direcionada para os processos produtivos através dos quais os recursos são obtidos.

Posto isto, torna-se evidente que uma mentalidade orientada para o processo preenche a lacuna entre processo e resultado, entre fins e meios, entre objetivos e medidas, e ajuda a ver um quadro mais completo e abrangente do funcionamento da organização (Imai, 1986).

Assim, caso os responsáveis pela gestão façam um bom uso de uma mentalidade orientada para os processos e caso a consigam complementar com estratégias *kaizen*, serão evidentes, a longo termo, as melhorias significativas a nível de competitividade organizacional (Imai, 1986).

2.5.2. Ciclo PDCA e SDCA

Tendo por base uma ideia de melhoria contínua, Walter Shewhart (1891-1967) desenvolveu, em meados da década de 30 do século passado, um ciclo de melhoria contínua, que também viria a ficar conhecido como ciclo PDCA ou ciclo de Deming. Apesar da sua extrema utilidade e facilidade de utilização, este apenas se tornou popular a partir da década de 50, no Japão, pela mão de W. E. Deming (1900-1993).

Segundo Pinto (2014), o ciclo PDCA é constituído por uma sequência muito simples de 4 passos (*Plan*, *Do*, *Check* e *Act*) que serve de guia à melhoria contínua, à realização de mudanças ou até à análise de situações. Esse ciclo encontra-se representado na figura 7.

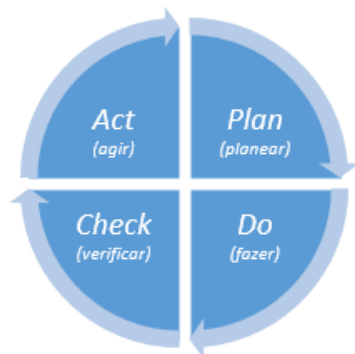


Figura 7 - Ciclo PDCA (adaptado de: Pinto, 2014)

Numa primeira fase, “*Plan*”, ocorre um planeamento das melhorias a serem obtidas tendo como base as práticas atuais. Aqui são estabelecidas as metas a alcançar, muitas vezes impostas pelas exigências dos próprios clientes, desenvolvendo-se métodos, procedimentos e padrões com vista a alcançar as mesmas.

A segunda fase dá pelo nome de “*Do*” e está relacionada com a execução do plano definido no passo anterior. Assim, aqui é feita a implementação das alterações necessárias a alcançar os objetivos que foram propostos. Nesta fase é também posta em prática a recolha de dados que serão analisados na etapa seguinte (“*Check*”).

Na terceira etapa do ciclo PDCA, “*Check*”, são analisados os dados anteriormente recolhidos e procede-se à averiguação de quais alterações produzem melhorias práticas. Esta análise é realizada através da comparação das metas desejadas e dos resultados obtidos.

Na quarta e última fase do ciclo, “*Act*”, ocorre a prevenção das recorrências indesejadas e as melhorias passam a ser norma, ou seja, no futuro pode obter-se novas melhorias a partir dessa nova norma e o ciclo é novamente usado. Assim, caso as metas planeadas não tenham sido alcançadas poderá ser realizada uma procura das suas causas, com o objetivo de prevenir a repetição dos efeitos indesejados levando a reiniciação do ciclo. Por outro lado, e caso as metas propostas tenham sido alcançadas de forma consistente ao longo do tempo é adotado o planeamento realizado no primeiro passo do ciclo.

Muito embora a aplicação deste método seja simples e não requeira nenhum grau académico ou conhecimento de qualquer tipo de ciência ou tecnologia, a sua aplicação prática é

muito reduzida (Pinto, 2014). A explicação para este fenómeno pode estar, segundo o mesmo autor, relacionada com a ausência de condições para que tal se verifique (falta de apoio por parte da gestão de topo, por exemplo) e/ou com a falta de método (ou disciplina) ou de incentivos para a sua aplicação. Ao longo do tempo, este ciclo foi sofrendo ligeiras alterações, sendo que a de maior relevância foi a alteração do “peso” que cada passo possui. Assim, onde antes cada um dos quatro passos tinha um peso de 25% (do tempo e esforço despendido para a realização das suas etapas), após as alterações, as etapas *Plan*, *Do*, *Check* e *Act* passaram a ter uma importância de 50%, 15%, 15%, 20% respetivamente (figura 8).

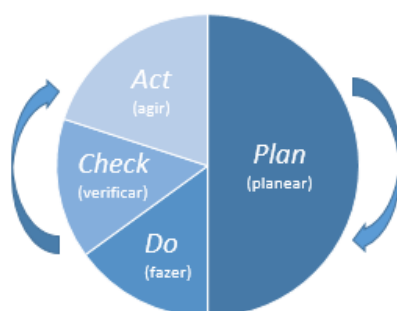


Figura 8 - Proposta de revisão do ciclo PDCA (adaptado de: Pinto, 2014)

Por sua vez, e como refere Ohno (1988), o ciclo anteriormente descrito deve ser precedido pelo ciclo SDCA (*Standardize, Do, Check e Act*), representado na figura 9, dada a necessidade de uniformizar e estabilizar todos os processos envolvidos, garantindo um “terreno firme para a melhoria contínua, permitindo construir sobre este um sistema de operações estável e que se melhora continuamente” (Pinto, 2014). A sua construção deriva de uma adaptação do ciclo de melhoria continua PDCA, onde é substituída a fase “*Plan*” pela fase “*Standardize*”.

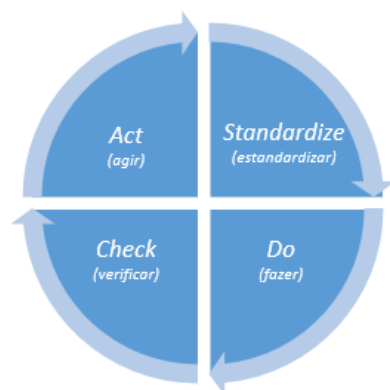


Figura 9 - Ciclo SDCA (adaptado de: Pinto, 2014)

A uniformização de processos (ou *estandardização*) significa que todos os processos são executados do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e utilizando as

mesmas ferramentas. Este processo de uniformização passa pela documentação dos modos operatórios, devendo estes ser formalizados por escrito, garantindo que todos os colaboradores seguem o mesmo procedimento e utilizam do mesmo modo as ferramentas disponíveis, tendo consciência das suas próprias capacidades e agindo em conformidade quando confrontados com diversas situações (Pinto, 2014). O principal benefício da uniformização de processos, materiais e/ou equipamentos é a redução da imprevisibilidade dos mesmos, reduzindo assim os custos a eles associados e, em última análise, aumentando a consistência com que a organização trabalha, sendo esta uma característica de qualidade muito apreciada por parte de todos os *stakeholders*.

O ciclo SDCA e PDCA devem atuar em conjunto no sentido de procurar alcançar a melhoria contínua. Na figura 10, podemos ver a sua aplicação conjunta num processo hipotético.

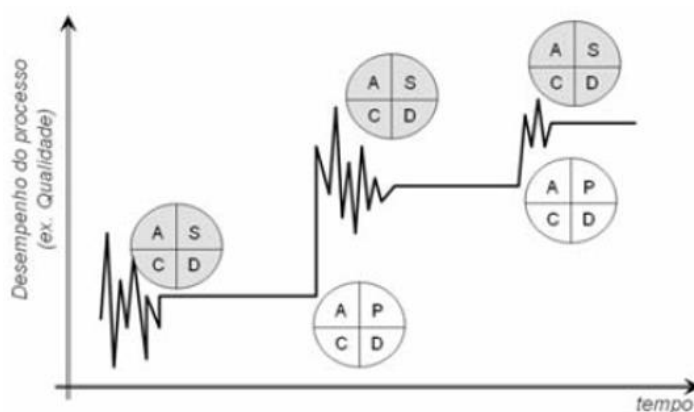


Figura 10 - Ação conjunta do ciclo PDCA e SDCA (fonte: Pinto, 2014)

A ação conjunta dos ciclos anteriormente referidos, inicia-se com a aplicação do ciclo SDCA aos processos que de alguma forma revelam instabilidade e/ou imprevisibilidade no seu desenrolar. Esta instabilidade pode ter várias causas, sendo que as mais comuns se prendem com o facto de não haver uma uniformização dos métodos de trabalho. Assim, o ciclo SDCA é responsável pela sua uniformização e padronização, sendo estas características essenciais para um posterior uso correto do ciclo PDCA. Posto isto, o ciclo PDCA irá atuar sobre processos normalizados, dando origem a processos melhorados que passam a ser norma dentro da organização. Após esta alteração, é expectável que os processos possam ainda conter algumas falhas, pelo que a ação conjunta dos dois ciclos referidos poderá vir a ser repetida, de forma a melhorar continuamente os processos em causa.

2.5.3. Os 5 S's +1

Pinto (2014), defende que os 5 S's são um conjunto de práticas que têm como objetivo a redução do desperdício e a melhoria do desempenho dos processos e das pessoas através de uma abordagem simples baseada na manutenção das condições ótimas dos postos de trabalho. Assim, cada um dos 5 S's diz respeito à letra inicial de cada uma de 5 palavras japonesas:

SEIRI (organização) – relacionado com a organização dos postos de trabalho, separando o útil do inútil ao mesmo tempo que se procede a uma identificação e eliminação do que é desnecessário;

SEITON (arrumação) – associado à arrumação dos postos de trabalho, estabelecendo um local para cada coisa de forma a facilitar o seu acesso por parte dos colaboradores:

SEISO (limpeza) – referente à implementação de normas de limpeza sistemática dos postos de trabalho;

SEIKTSU (normalização) – relativo à gestão visual para normalizar a utilização dos postos de trabalho por toda a organização;

SHITSUKE (autodisciplina) – relacionado com a promoção da autodisciplina, tendo como principal objetivo “fazer bem à primeira”, implementando todas as ações necessárias para atingir esse fim.

Um sexto “s”, de segurança, tem vindo a ser gradualmente inserido no âmbito de várias organizações como forma de complementar a lista anterior, não podendo ser dissociado dos anteriores nem de qualquer atividade realizada. Na figura 11 encontram-se identificados os 6S's (5S's+1).

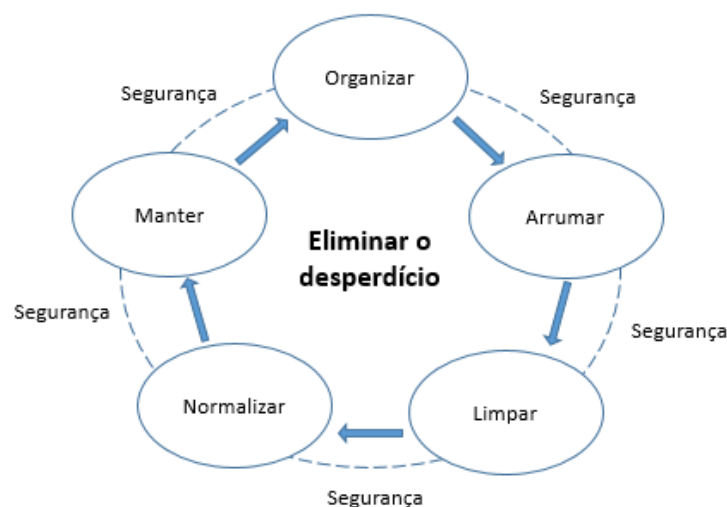


Figura 11 - Os 6S's (5S's+1) e a eliminação do desperdício (adaptado de: Pinto, 2014)

A aplicação desta metodologia cria uma base de trabalho ideal para a implementação de um número significativo de soluções *Lean* na medida em que para além de implicar um grande envolvimento por parte dos colaboradores, os seus resultados práticos são visíveis a curto prazo, aumentando assim a sua aceitação e taxa de adesão.

2.5.4. Mapeamento da cadeia de valor (MCV)

O mapeamento da cadeia de valor foi uma ferramenta apresentada por Rother *et al.* (1999) que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor, permitindo uma visão mais global dos processos, facilitando assim o trabalho do gestor na medida em que se passa a focar nos problemas mais gerais da organização em vez de se focar em processos individuais ou na otimização de partes.

Esta ferramenta tem-se mostrado muito útil sendo amplamente utilizada no universo de aplicações do *lean thinking* em empresas industriais e de serviços. Esta é uma ferramenta muito simples (mas morosa) e eficaz que, segundo Pinto (2014), “ajuda a gestão, a engenharia e as operações a reconhecerem o desperdício e a identificarem as suas causas.”. O processo de mapeamento da cadeia de valor tem em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informação (sendo conhecidos e quantificados), tendo em atenção a análise do “estado atual” da situação e do estado pretendido ou “estado futuro”. Por outro lado, esta é uma ferramenta que se concentra nas questões relativas à redução dos *lead times* dos processos. Posto isto, e tal como Pinto (2014) reconhece, é evidente que “em algumas aplicações do MCV, o *lead time* poderá ser o único aspeto considerado nesse tipo de ferramenta, dada a necessidade da sua redução.” Além dos aspetos associados às reduções de tempos, esta ferramenta procura também alertar para os custos dos procedimentos, sendo considerados nos processos de análise e de tomada de decisão.

2.6. Supermercado

Supermercado de componentes ou apenas supermercado pode ser definido de forma simplista como sendo “o local onde nos abastecemos dos produtos (materiais) de que precisamos, no momento em que precisamos deles e nas quantidades necessárias” (Pinto, 2014). Foi a partir de uma definição igualmente simplista que os gestores da Toyota Motors Corporation adotaram pela primeira vez o seu conceito para as suas áreas fabris tendo resultados operacionais de excelência. Este tipo de espaços não são mais do que áreas de armazenamento dinâmico estrategicamente

localizado de forma a proceder a um rápido abastecimento de materiais às áreas fabris que operem num ambiente JIT. Este tipo de supermercado está comumente relacionado com a existência de um comboio logístico (ou em japonês *mizusumashi*) que procede ao seu abastecimento quando necessário. Um supermercado deste tipo é constituído por uma série de corredores delimitados por estantes de armazenamento, em que cada uma delas possui prateleiras divididas em pequenos espaços, preenchidos com um único tipo de produto devidamente rotulado com auxílio de cartões ou placas de identificação. Esta “singularidade” de produtos em determinados espaços permite que, para além de um armazenamento mais fácil e rápido, seja também possível que no momento de “picagem” do produto, este seja encontrado muito mais facilmente, eliminando tempos mortos despendidos com a procura do material necessário. Ao projetar o *layout* de um supermercado, deve ter-se especial atenção à divisão dos corredores em dois tipos: corredor de abastecimento e corredor de retirada (*picking*). O corredor de abastecimento é utilizado por um colaborador específico (abastecedor) e tem como função o aprovisionamento do supermercado com os materiais do armazém. Por sua vez, o corredor de retirada é utilizado pelos colaboradores dos postos de trabalho (ou pelo operador do *mizusumashi*, caso exista) de forma a proceder ao abastecimento dos seus postos de trabalho de materiais imprescindíveis a realização das suas tarefas.

Outro aspeto a ter em consideração ao conceber um supermercado de componentes é a quantidade e a variedade de materiais lá colocados que, segundo Pinto (2014), deverá depender dos seguintes aspetos:

- Da proximidade dos fornecedores – algumas indústrias “exigem” que os seus fornecedores se localizem na proximidade, levando a que os supermercados sejam de pequenas dimensões;
- Da taxa de consumo e da quantidade de materiais envolvidos – as quantidades de materiais em supermercado deverão estar de acordo com as quantidades de materiais utilizados, evitando a criação de stocks excessivos;
- Valor dos materiais ou componentes – as materiais de valores mais elevados deverão ser entregues JIT.

2.7. Métricas *Lean* (KPI's)

As decisões tomam-se, a um nível organizacional, com base em factos. Assim, torna-se imprescindível dispor de dados concretos que permitam aos responsáveis tomar decisões corretas.

Posto isto, surgiu a necessidade da criação de uma série de indicadores que fornecessem dados precisos acerca do desempenho dos processos ou das atividades industriais, aparecendo assim os indicadores chave de desempenho ou KPI's (*Key Performance Indicators*). Estes indicadores podem ser operacionais, financeiros ou outros, dependendo da aplicação que se pretende. Dependendo da sua função, os KPI's podem mensurar diferentes aspetos do desempenho da organização, e podem ir desde o tempo de paragem de determinados equipamentos até ao nível de ocupação de determinados armazéns. Atualmente os softwares instalados em muitas organizações podem oferecer dezenas de KPI's, sendo necessário estar atento para perceber quais é que agregam valor para o caso em estudo. Posto isto, torna-se clara a importância da escolha conveniente do KPI a usar consoante situação em análise. Esta escolha dependerá dos objetivos, da estratégia e do plano de ação adotado, mas algumas diretrizes podem ser adotadas para definir KPI's e metas. Entre os métodos mais utilizados para a definição de um KPI útil encontra-se a metodologia SMART, utilizada pela primeira vez por Doran (1981), definida pelas letras que a compõe:

Specific – especificidade. Deve escolher-se KPI's simples e específicos de forma a evitar posteriores equívocos;

Measurable – mensurável. Os KPI's devem ser comparáveis e quantificáveis com objetivos específicos sendo que devem ser preferencialmente expressos em números;

Attainable – exequível. A meta a atingir deve refletir a capacidade da organização, podendo ser agressiva, mas não impossível;

Realistic – realista. A meta deve ser realista tendo em conta as condições atuais da organização e não as condições desejáveis;

Timely – feito a tempo. Deve ser definido um tempo para que as metas possam ser atingidas.

Outra característica de grande importância, mas que não aparece representada neste método, é o facto da meta a atingir dever ser tangível. A importância deste aspeto prende-se com o facto de que metas que podem ser observadas, sentidas ou tocadas são mais propensas a serem conquistadas e mantidas.

Assim, e segundo Pinto (2014), entre as métricas *lean* mais utilizadas a nível operacional encontram-se:

A **eficiência** (E), que avalia a capacidade de um sistema alcançar determinados objetivos propostos. Esta medida é altamente orientada para sistemas humanos na medida em que depende da capacidade de trabalho dos colaboradores.

$$E = \frac{\text{resultados alcançados}}{\text{resultados esperados}} * 100$$

De ter em conta que o valor de E obtido pode apresentar valores superiores a 100%, sendo que para isso basta que os resultados alcançados sejam superiores aos resultados esperados.

A **disponibilidade** (D) mede a relação entre o tempo útil e o tempo disponível:

$$D = \frac{\text{horas trabalhadas}}{\text{horas disponíveis}} * 100$$

O termo “utilização” é algumas vezes utilizado com o mesmo significado de “disponibilidade”.

A **ocupação** (O) mede a relação entre a carga (L) e a capacidade (C), sendo dada pela seguinte equação:

$$O = \frac{L}{C} * 100$$

O valor de O obtido deverá ser inferior a 100% na medida em que o valor da carga não poderá ser superior ao da capacidade. Porém, existem casos em que isto acontece, levando o sistema a um estrangulamento, resultando em atrasos nas encomendas para os clientes e, em última análise, numa má qualidade do serviço, podendo originar reclamações e em casos extremos a perda de clientes.

A **eficiência global** (OEE), serve para medir o desempenho global de um processo ou sistema, identificando aspetos que limitem o nível de eficiência da produção (Hansen, 2002) reforçando o princípio de uma gestão *think global and act local*. Este indicador de performance foi originalmente criado para apoiar a filosofia TPM (*Total Productive Maintenance*) porém, dada a sua

vasta aplicabilidade tem vindo a ser utilizado na generalidade das situações, não se limitando apenas a processos industriais.

$$OEE = E * D * Q$$

Em que:

E - Eficiência

D - Disponibilidade

Q - Qualidade. Encontra-se relacionada com a produção dentro dos parâmetros de qualidade exigidos, sendo dada pela seguinte equação:

$$Q = \frac{\text{tempo de funcionamento} - \text{perdas de qualidade}}{\text{tempo de funcionamento}}$$

O **tempo de ciclo** (Tc) é definido pelo período de tempo que dista da repetição da mesma tarefa num determinado processo. Este tempo é muitas vezes restringido por tarefas de estrangulamento ou gargalo (*bottleneck*), uma vez que tendo estas um tempo de execução superior às restantes ditam o ritmo a que o processo produtivo se realiza.

O **takt time** pode ser descrito como sendo a frequência com que deve ser produzida uma determinada peça em função da sua procura por parte dos clientes. Assim, segundo Pinto (2014), se a procura aumentar, o *takt time* deverá diminuir, verificando-se o oposto quando a procura diminui. Assim, e segundo o mesmo autor, para que isso seja possível em ambiente organizacional, as empresas necessitam de introduzir flexibilidade nos seus processos e recursos, sob pena de que caso isso não se verifique o *takt time* não passe de um mero conceito teórico. Ao contrário do tempo de ciclo, que é definido pela atividade mais lenta (o estrangulamento), o *takt time* é calculado com base na equação:

$$Takt\ time = \frac{\text{tempo disponível}}{\text{procura do produto}}$$

Os indicadores de performance utilizados no caso de estudo sobre o qual o presente relatório se debruça, irão ser apresentados no capítulo 3.8 e serão seleccionados consoante os objetivos da análise efetuada.

3. Caso de estudo

3.1. O grupo *Prébuild*

Génese e presença em Portugal

O grupo *Prébuild* (grupo de capitais privados portugueses) teve a sua génese em 2001, quando João Gama Leão (atual Presidente do Conselho de Administração) tomou a decisão de criar uma empresa na área dos pré-fabricados. A sua área de atividade estava inicialmente centrada no setor da construção em Angola (figura 12), baseando a sua estratégia organizacional na diferenciação pela qualidade e utilização de processos modernos. Com o crescente dinamismo e desenvolvimento da economia angolana, resultante em grande parte de uma profunda reconstrução e reestruturação do país, foram aparecendo novas oportunidades e desafios, próprios de mercados emergentes, que o Grupo soube aproveitar da melhor forma, adotando para isso estratégias de criação de parcerias e investimentos em diversas organizações em diferentes áreas do setor da construção.



Figura 12 - Local de fundação do grupo *Prébuild* (fonte: *Prébuild*, 2016)

A partir de 2010, o grupo *Prébuild* começou a adquirir empresas industriais em Portugal (figura 13), com destaque nos setores do alumínio, cerâmica, madeira e metalomecânica. Apostando num investimento na aquisição e na reestruturação empresarial, tem garantido não só a manutenção de muitos postos de trabalho como também a sua integração numa plataforma industrial de vocação exportadora. Estas empresas foram alvo de uma profunda reestruturação que, em alguns casos, ainda está a decorrer, numa abordagem de *supply-chain* e implementando processos de *Lean Management*, para diminuir o ciclo de produção e trabalhar com mais produtividade e menos inventários.



Figura 13 - Expansão do grupo Prébuild para a Europa (fonte: Prébuild, 2016)

Todas as aquisições feitas pelo Grupo *Prébuild* foram, e continuam a ser, estudadas no sentido de que o volume de negócios assegurado pelo grupo a cada uma dessas empresas possa contribuir para sua otimização. Ao mesmo tempo, o Grupo tem em consideração que essas empresas, devido ao seu capital de conhecimento, possam ter uma forte presença nos mercados internacionais. O elevado nível de inovação dos produtos das empresas do Grupo levou à sua preferência em vários projetos e clientes internacionais de referência.

O Grupo *Prébuild* conta atualmente com mais de 3000 colaboradores, distribuídos por instalações em Lisboa, Braga, Leiria, Ílhavo e Angola e mantém outros mercados em perspetiva.

Após mais de uma década de atividade assente no compromisso com o cliente, o Grupo *Prébuild* tem, de facto, uma forte presença no mercado angolano, mas opera de modo crescente em novos mercados, nacionais e internacionais, onde as suas competências nucleares, cultura e relação com o cliente possam ser valorizadas.

Consolidação da presença internacional

A partir de 2013 verificou-se um aumento significativo do envolvimento do Grupo *Prébuild* em mercados internacionais realizando uma série de investimentos estratégicos (figura14). Desses, pode destacar-se o que foi feito na Colômbia onde o Grupo está a desenvolver o projeto do Polo Industrial *Prébuild*, que consiste na construção de um polo industrial de 6 unidades fabris nas áreas das cerâmicas, alumínio, madeiras, plásticos e metalomecânica, e no qual se estima que poderá vir a criar cerca de 1000 postos de trabalho diretos. Esta entrada no mercado Colombiano, país onde o setor da construção tem crescido na ordem dos dois dígitos nos últimos anos, teve um grande impacto no Grupo na medida em que o introduziu na atividade da construção civil

propriamente dita, tendo sido este o ponto de partida para a entrada no mercado Argelino, onde foram assinados contratos para a construção de casas sociais, escolas, postos de saúde e de segurança. Após esta entrada, e em meados do mês de Junho de 2013, o Grupo *Prébuild* agregou várias novas empresas e fortaleceu assim a sua presença no continente africano, passando também a estar presente no Gana e em Moçambique.

No que diz respeito ao reforço da presença do Grupo no subcontinente sul Americano, está a ser instalado um escritório de trabalho em Caracas para dessa forma acompanhar mais de perto os projetos aí desenvolvidos

Por último o Grupo identificou ainda o Médio Oriente como zona estratégica, tendo já montado já escritórios permanentes no Qatar e no Kuwait.



Figura 14 - Expansão globalizada do grupo *Prébuild* (fonte: *Prébuild*, 2016)

O grupo *Prébuild* conta atualmente com 12 empresas na área da construção (figura15). Esta rede empresarial tem como características o facto de as organizações nela inseridas se complementarem mutuamente e partilharem objetivos concretos e ambiciosos, por forma a promoverem um crescimento harmonioso e sustentável do grupo.



Figura 15 - Empresas do grupo *Prébuild* no sector da construção (fonte: *Prébuild*, 2016)

Para além de fornecer para o próprio Grupo *Prébuild*, verticalizando a sua atividade, as 19 indústrias do Grupo (figura 16) têm uma vertente fortemente exportadora, onde a qualidade dos seus produtos, aliado ao profissionalismo em todas as relações, se revelam como sendo condições essenciais para a manutenção e crescimento empresarial.



Figura 16 - Industrias do grupo Prébuild (fonte: Prébuild, 2016)

A Metalúrgica do Levira SA.

➤ Identificação

A Metalúrgica do Levira SA., que se encontra atualmente inserida no Grupo *Prébuild*, teve o início da sua atividade industrial em 1971 em Oiã, Oliveira do Bairro, onde ainda hoje mantém a sua sede. Possui atualmente um capital social na ordem dos 5.000.000,00 Euros e emprega cerca de 180 trabalhadores.

A constante sofisticação dos recursos tecnológicos em conjugação com os recursos humanos tem permitido à Levira oferecer capacidade e flexibilidade produtivas e assim conseguir uma considerável vantagem competitiva que a tem levado crescer nos mercados nacionais e internacionais mais exigentes.

A Levira opera segundo as Normas nacionais e internacionais dos sistemas da Qualidade e do Ambiente e é certificada pela ISO 9001, ISO 14001, *Ecodesign* e PEFC/FSC.



Figura 17 - Localização da Metalúrgica do Levira S.A. em território nacional (fonte: Prébuild, 2016)

A aposta na internacionalização da empresa iniciou-se há cerca de 25 anos tendo sido, de uma forma natural, o mercado espanhol o seu primeiro alvo. O sucesso desta foi de tal forma grande que foi criada uma estrutura comercial para o apoio a esse mercado, estrutura essa que conta nos dias de hoje com armazéns de aproximadamente 7500m² e uma rede de distribuição de aproximadamente 60 distribuidores. Desde então, novos mercados têm surgido na Europa, África, América Central e na América do Sul.

Este crescimento tem sido acompanhado pelo lançamento de novas linhas de mobiliário, de campanhas de marketing, de feiras nacionais e internacionais, e ainda de inúmeros investimentos na área industrial, de formação, de distribuição, de *design*, comercial e de ambiente.

Posicionando-se atualmente como especialista na conceção de espaços, idealização de soluções integrais, ergonómicas e com *design* atrativo para os seus clientes, a Levira tem-se tornado numa marca incontornável no panorama do mobiliário de escritório, tendo ao longo dos anos vindo a cimentar o seu *branding* tanto a nível nacional como internacional.

Com uma oferta abrangente e um apurado sentido de *design* e funcionalidade, a Levira assegura não apenas o fornecimento de mobiliário de escritório, mas ainda a prestação de um serviço de projeto e obra, com uma equipa dedicada e um leque de materiais de elevada qualidade.

➤ **Atividade**

A atividade da Metalúrgica do Levira, S.A, consiste na conceção, desenvolvimento, fabrico e comercialização de mobiliário metálico de escritório e seus respetivos acessórios.

No decorrer do desenvolvimento da sua atividade industrial, são utilizados diversos tipos de matérias-primas, das quais se podem destacar: chapas de aço, perfis tubulares, aglomerados de partículas de madeira (nus e revestidos), tintas em pó, estratificados de alta pressão, post-formáveis, vernizes e matérias-primas para o fabrico de estofos.

O seu ciclo produtivo recorre essencialmente a operações de corte, quinagem, furação, soldadura, fresagem, colagem, envernizagem, pintura e montagem.

A sua atividade industrial é desenvolvida em instalações próprias, bem dimensionadas e conservadas. O seu parque industrial encontra-se dividido de acordo com a informação apresentada da tabela 1.

Tabela 1 - Parque industrial da Metalúrgica do Levira S.A. (fonte: Prébuild, 2016)

	Área Coberta (m ²)	Área Total (m ²)
METALÚRGICA DO LEVIRA, S.A	21 805	32 349
OUTROS	1 700	32 600
TOTAL	23 505	65 216

No interior do seu espaço industrial, a organização encontra-se subdividida da seguinte forma: secção das máquinas, serralharia, secção dos tubos, secção da pintura, carpintaria, secção de montagem (possuindo três linhas independentes e produzidos três tipos de artigos diferentes), armazém de componentes (grande parte de pequenas dimensões), armazém de madeiras, armazém de cadeiras e armazém de produtos acabados. O *layout* geral da organização encontra-se representado no anexo A.

➤ **Organigrama da Metalúrgica do Levira, SA**

Devido à sua dimensão e complexidade estrutural e por forma a melhor e mais facilmente representar toda a estrutura organizacional foi criado um organigrama geral de toda a organização (figura 18). Assim, torna-se facilmente visível que esta se encontra estruturada em 7 grandes sectores (produção, qualidade & ambiente, engenharia/ investigação & desenvolvimento, planeamento, logística, comercial e financeira) coordenadas em simultâneo pelo diretor da unidade. Cada um destes sectores possui um responsável geral, que deve garantir o seu bom funcionamento fomentando a comunicação, o respeito e a motivação entre todos os colaboradores. Outro setor que merece destaque neste organigrama é a “gestão de pessoas” que, muito embora não diga respeito a nenhum sector físico da organização, tem um enorme peso no bom funcionamento desta uma vez que uma gestão apropriada dos recursos humanos é fundamental para um funcionamento saudável de qualquer indústria.

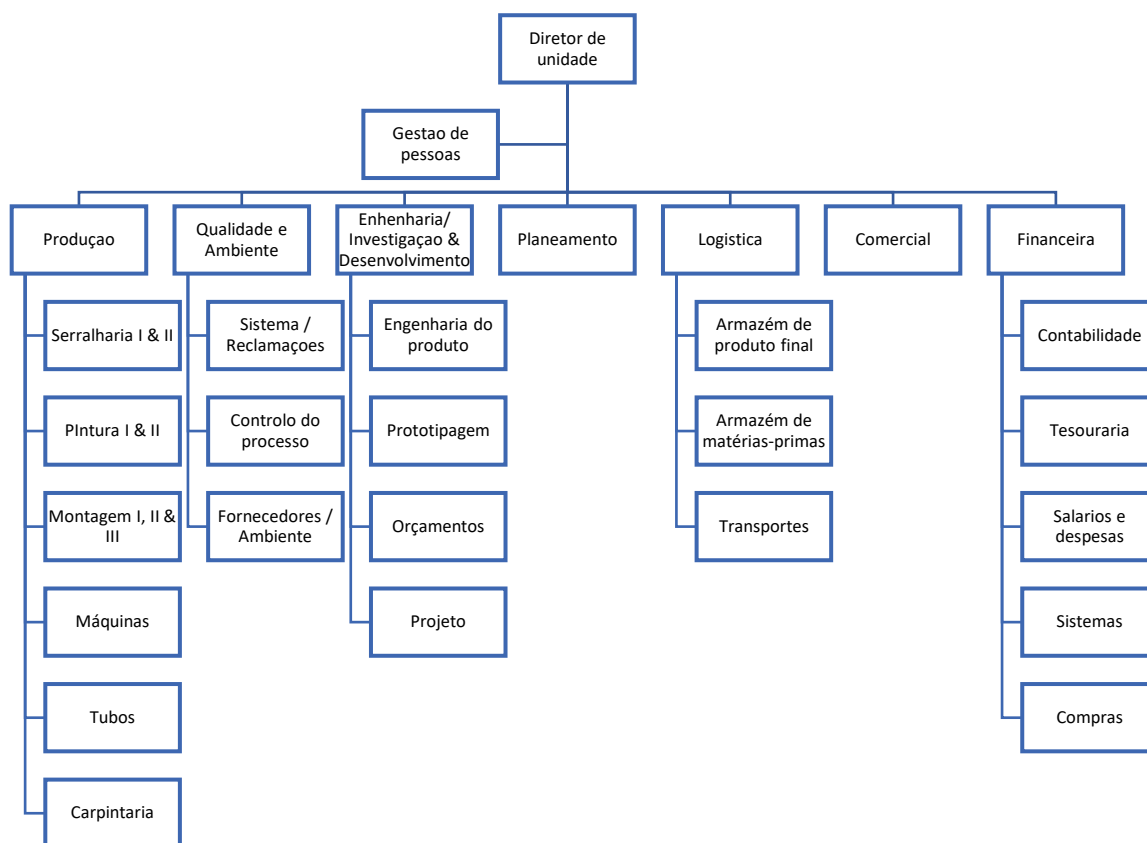


Figura 18 - Estrutura organizacional da Levira S.A.

3.2. Metodologia e calendarização

O presente projeto foi realizado em 7 etapas:

A primeira etapa consistiu numa reunião com vários elementos da Levira S.A., nomeadamente o responsável pelo projeto, o chefe de produção e chefe de planeamento, e teve como objetivo a apresentação da empresa e do projeto a desenvolver.

A segunda etapa consistiu num período de integração e reconhecimento “*in loco*” do ambiente fabril. A importância desta etapa deve-se ao facto de, através desta, ser possível obter uma visão geral do funcionamento de toda a organização, observando de perto os vários processos e atividades chave desenvolvidas, permitindo um reconhecimento preliminar das suas “falhas” ou “pontos fracos” passíveis de melhoramento. Foram também encetadas conversas informais com os colaboradores acerca da sua visão sobre o seu próprio posto de trabalho com o objetivo de conhecer melhor as suas queixas e necessidades.

A terceira etapa consistiu numa revisão bibliográfica, que foi sendo desenvolvida ao longo de toda a duração do projeto e sempre que se justificou, de forma a, por um lado, fornecer um enquadramento teórico à realização do projeto e, por outro, obter um conhecimento mais aprofundado sobre o tema, conhecimento esse que fundamentou muitas das metodologias e processos a adotar.

A quarta etapa compreendeu a recolha de dados, nomeadamente listas de componentes utilizados na linha de montagem a intervencionar e folhas de cálculo com informação acerca dos seus tempos de produção e de paragem.

A quinta etapa integrou a realização, em papel, de uma proposta de alteração/reorganização do *layout* existente na área de montagem de cadeiras, tendo em conta os impactos positivos e negativos (expectáveis) da mesma, bem como a criação de um supermercado de componentes numa área adjacente aquela (anexo F). Após terminada a realização da proposta de alterações anteriormente referida, foi feita uma reunião com o responsável do projeto, o chefe do planeamento, o chefe de produção e o chefe da área de montagem de cadeiras, como objetivo de validar a mesma. Desta reunião, e após algumas alterações efetuadas, resultou a aprovação do projeto.

O sexto passo consistiu na implementação, no terreno, das propostas anteriormente validadas.

O sétimo e último passo, que não viria a ser realizado por falta de tempo, consistiria numa avaliação, após implementadas todas as alterações planeadas, da qualidade das melhorias efetuadas e consequente aplicação das medidas corretivas que se achassem necessárias.

Plano e calendarização do projeto:

A - Apresentação da empresa e do projeto

B - Reconhecimento da organização e dos seus processos

C - Pesquisa bibliográfica

D - Recolha de dados

D - Sugestão, análise e validação de propostas

E - Implementação das propostas de alteração

F - Observação e avaliação da qualidade das alterações efetuadas e aplicação das medidas corretivas convenientes

Na figura 19 encontra-se representada a calendarização prevista do projeto a desenvolver.

	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
A									
B									
C									
D									
E									
F									

Figura 19 - Calendarização do projeto

3.3. Processo produtivo da Metalúrgica do Levira S.A.

Independentemente do processo produtivo de cada organização, este tem o seu início na receção de matérias-primas/materiais necessários ao mesmo. Assim, e tendo em conta que a Levira S.A. utiliza diversos tipos de matérias-primas/materiais, torna-se importante a existência de diferentes cais de descarga consoante o tipo de material que chega à organização. Posto isto, a entrada de materiais é feita em 3 grandes pontos de descarga: o cais de materiais metálicos, o cais de madeiras e o cais de componentes.

No cais de materiais metálicos dão entrada tubos e chapas metálicas que posteriormente irão ser transformados quer em armários/blocos de escritório quer em componentes adicionais para as cadeiras.

No cais das madeiras dão entrada placas de madeira, que após serem tratadas e trabalhadas irão ser incluídas em diversos produtos, nomeadamente secretárias, cadeiras e blocos/armários.

No cais de componentes dão entrada todas as peças necessárias para o processo de montagem de qualquer uma das 3 linhas de montagem instaladas: cadeiras, blocos e armários.

Após este processo de entrada de materiais na organização, são desenvolvidas inúmeras atividades internas que culminam com a embalagem e posterior saída do produto acabado rumo ao cliente final.

Por sua vez, devido à complexidade dos seus processos e uma vez que a organização opera diversas atividades em simultâneo, foi decidido dividir a organização em 4 grandes áreas (perfis metálicos, chapas metálicas, madeiras e cadeiras) e criar fluxogramas individuais para cada uma delas (anexo B).

3.4. Zona alvo de intervenção: Sector de montagem de cadeiras

Embora seja frequentemente tratado por esta designação, o sector de montagem de cadeiras não se limita à montagem de cadeiras em si, sendo responsável pelo fabrico de produtos que vão desde painéis até sofás. Existem duas ordens de razão que leva este sector a ser assim intitulado: o fator conveniência e fator volume de fabrico, que é consideravelmente maior para estes produtos do que para todos os outros anteriormente referidos.

O sector de montagem de cadeiras encontra-se inserida num dos pavilhões da Levira S.A. partilhando espaço com outras duas linhas de montagem: a linha de montagem de blocos e a linha de montagem de armários, realizando as suas atividades em simultâneo e de forma independente entre si, fabricando produtos distintos (figura 20).

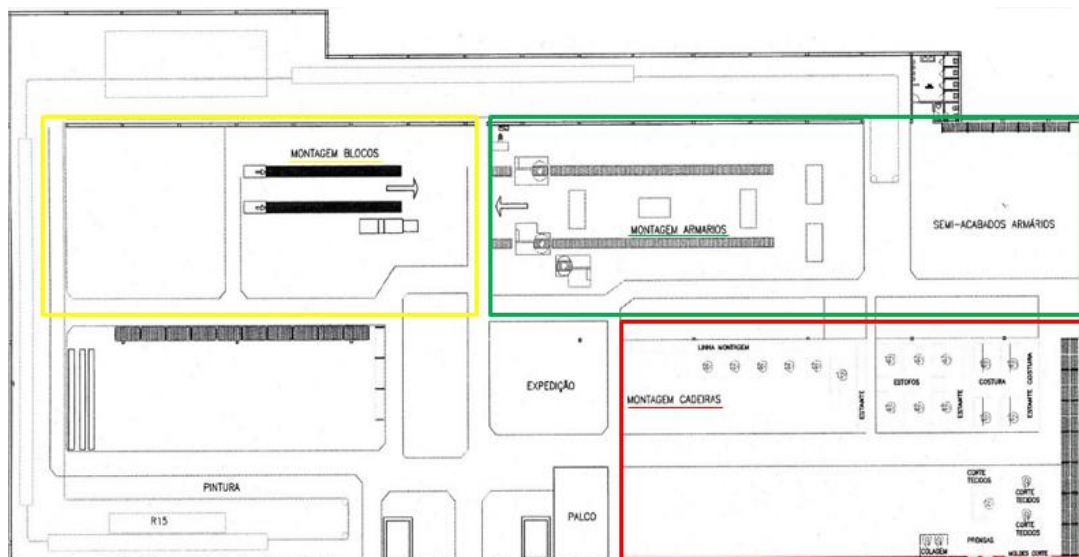


Figura 20 - Zonas de montagem da Levira S.A.

Assim, e tal como se encontra representado na figura 21, a secção de montagem de cadeiras pode ser dividida em grandes seis áreas de trabalho (tratadas em mais detalhes mais a frente no presente relatório), sendo que na figura 21 apenas se encontram representadas cinco devido ao facto de não se considerar que a embalagem tenha uma zona específica de atividade, desenrolando a sua atividade na extremidade da “passadeira”, sendo por isso representada pelo símbolo “*”. As áreas consideradas são então: a área de corte, a área de colagem, a área de costura, a área de estofagem, a área de montagem e a área de embalagem. Em cada uma destas zonas são desenvolvidas atividades que, embora ligadas entre si, podem ser tratadas de forma isolada, tendo sempre em conta que a organização dos equipamentos de trabalho afeta de forma decisiva a

eficiência com que a passagem dos materiais é feita entre áreas, afetando assim a produtividade de toda a zona.

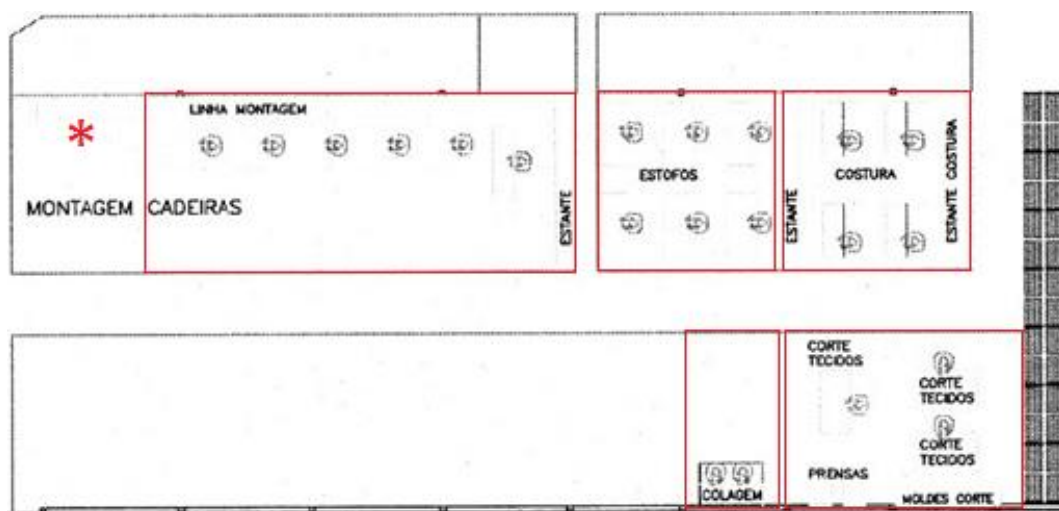


Figura 21 - Áreas de trabalho do sector de montagem de cadeiras

Por sua vez, o abastecimento de matérias primas e/ou componentes necessários para o normal desenrolar das atividades desenvolvidas nestas áreas é feito a partir do armazém de cadeiras e do armazém de madeiras, ambos localizados numa zona adjacente àquele sector (figura 22).

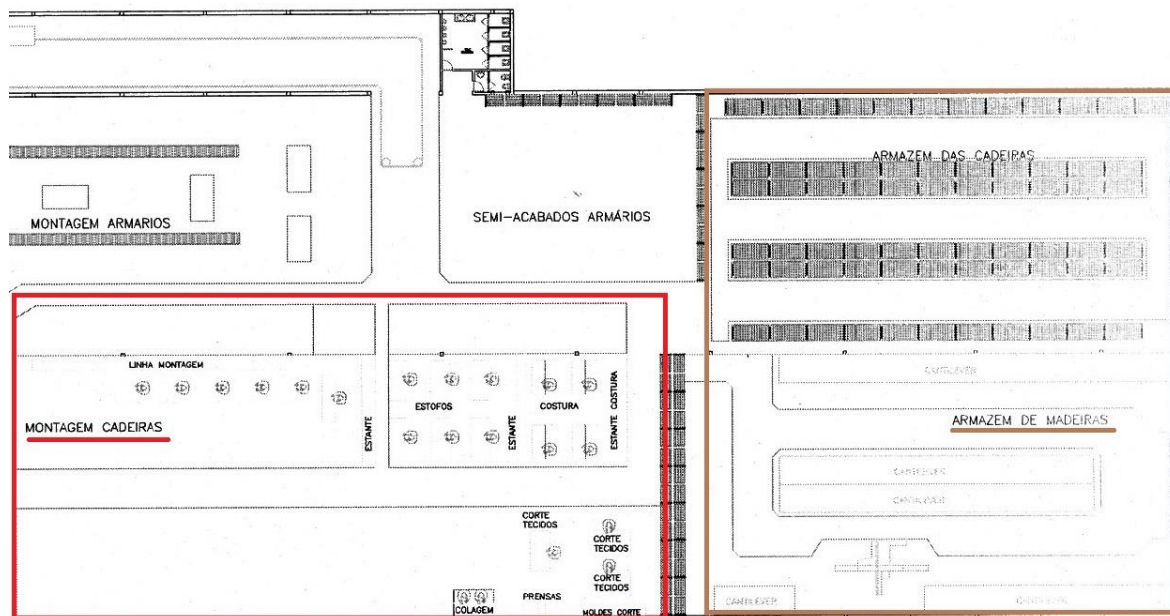


Figura 22 - Setor de montagem de cadeiras, armazém de cadeiras e armazém de madeiras

3.5. Situação inicial

Um dos primeiros passos efetivados aquando do início da realização do presente trabalho foi a observação, no terreno, da situação inicial. Esta observação, que teve a duração de cerca de duas semanas, teve como propósito a obtenção de um conhecimento mais aprofundado acerca da dinâmica de trabalho de toda a organização, com especial atenção ao sector da montagem das cadeiras que posteriormente viria a ser alvo de intervenção. Assim, e como resultado dessa observação foram identificadas diversas situações, que viriam a ser alvo de melhorias ao longo do decorrer do projeto. Entre os problemas mais evidentes podem destacar-se: a descontinuidade da linha de montagem na qual os produtos seguem uma linha descontínua aumentando os tempos de produção; a inexistência de um armazém de matérias primas e componentes próximo o suficiente da linha de montagem capaz de responder de forma rápida e eficaz às necessidades da montagem; a desordem da zona adjacente ao setor de montagem, que dificulta o acesso aos materiais necessários para a realização das tarefas; as quantidades excessivas de stocks juntos às áreas de trabalho e a repetitiva inexistência (ou falha) de componentes necessários para a realização das tarefas em determinados postos de trabalho.

Linha de montagem de cadeiras

Foi realizada uma análise pormenorizada de cada área de trabalho, por forma a conhecer melhor o seu funcionamento com o objetivo de ao identificar falhas locais passíveis de futuros melhoramentos, e ao atuar sobre as mesmas, as melhorias se repercutissem no sistema produtivo como um todo. As principais conclusões dessa análise encontram-se de seguida, especificadas por cada área de trabalho:

➤ **Área de corte**

Esta área de trabalho é composta essencialmente por uma máquina de corte, uma máquina de furação e duas mesas de apoio para a realização de trabalhos mais minuciosos. Ainda numa área imediatamente adjacente a esta encontra-se um pequeno armazém de tecidos e peles e uma estante onde são armazenados os moldes das peças *standard* ou padrão (figura 23). Nesta zona são realizadas todas as atividades de corte dos diversos materiais (desde os tecidos, às espumas passando pelas fibras acrílicas ou esponjas) que servem de cobertura ou enchimento às estruturas dos produtos finais sendo realizadas por um único operador, recorrendo usualmente a moldes próprios. Enquanto que alguns dos materiais que aqui são produzidos são utilizados diretamente

na zona de costura, outros irão ser introduzidos na linha de produção na zona de colagem ou de estofagem.

Os principais problemas (ou dificuldades) encontrados nesta zona foram: a inexistência de iluminação numa das mesas de apoio, dificultando assim a realização das atividades aí desenvolvidas; a inexistência de um armazém de peles de tamanho apropriado; a desordem de materiais um pouco por toda a área de trabalho; e os tempos despendidos com atividades de *picking*.



Figura 23 - Área de corte

➤ Área de Colagem

Esta zona de trabalho, onde opera normalmente apenas um colaborador, é constituída por uma mesa de suporte, uma mesa de apoio, duas pistolas de cola (ligadas às condutas de ar comprimido) e um sistema de exaustão (figuras 24 e 25). Aqui é realizado todo o tipo de atividades referentes à colagem de componentes necessários para a montagem dos produtos finais, como é exemplo o caso da colagem de assentos e costas de cadeiras. Os produtos saídos deste posto são colocados a secar numa área adjacente a esta, dependendo o tempo de secagem não apenas das condições meteorológicas como também do tipo de materiais em causa. Estes irão posteriormente ser introduzidos no ciclo produtivo na zona de estofagem ou de montagem.

Os principais problemas encontrados nesta área de trabalho foram: a desordem de todo o espaço envolvente quer à mesa de suporte quer à mesa de colagem; o mau estado do sistema de exaustão (principalmente por falta de limpeza) o que o tornava pouco eficiente na aspiração dos

resíduos e odores da cola; a inexistência de materiais necessários para a realização das atividades; e os tempos despendidos com atividades de *picking*.



Figura 24 - Mesa de colagem



Figura 25 - Área de colagem

➤ Área de costura

A área de costura, onde operam normalmente dois colaboradores, é constituída por quatro mesas de costura, quatro mesas de suporte ou apoio, duas estantes para a colocação dos produtos semiacabados (que fazem a delimitação da própria zona de costura) e dois armários que servem para o armazenamento dos materiais de menores dimensões aqui utilizados (figura 26). Aqui são desenvolvidas atividades de costura de tecidos, provenientes da área de corte, dando origem a produtos semiacabados, sendo mais tarde utilizados na zona de estofagem.

O principal problema identificado nesta área foi a desordem dos postos de trabalho.



Figura 26 - Área de costura

➤ Área de estofagem

A área de estofagem, onde operam três colaboradores, é composta por seis mesas de trabalho (sendo que uma delas funciona normalmente apenas como mesa de suporte, transformando-se em mesa de trabalho sempre que o volume de encomendas/trabalho assim o exige), cinco pistolas de agramos (ligadas através de mangueiras a tubos de ar comprimido), e três mesas de apoio (uma entre cada par de mesas de trabalho) (figura 27). As atividades aqui desenvolvidas vão desde a colocação de estofos (provenientes da área da costura) nas costas e assentos das cadeiras, até ao agramamento de tecido diretamente nas estruturas das peças (no caso dos sofás). Os produtos semiacabados que saem desta área são utilizados mais a frente no processo produtivo na área de montagem.



Figura 27 - Área de estofagem

Os principais problemas identificados nesta área foram: a desordem do espaço envolvente aos postos de trabalho; a inexistência de material necessário para a realização das atividades; os tempos despendidos com atividades de *picking* de material; e fugas de ar nas mangueiras de ar comprimido.

➤ Área de montagem

A área de montagem, tal como o próprio nome indica, é a zona onde são realizadas todas as atividades de montagem de cadeiras, sofás e/ou painéis, por parte dos três colaboradores que aqui operam. Esta área é composta por seis mesas de trabalho, seis mangueiras de ar comprimido (onde se ligam várias ferramentas de trabalho), e uma passadeira (localizada adjacente às mesas de trabalho) (figuras 28 e 29). A passadeira atrás referida, tem a função de transportar os produtos, acabados ou semiacabados, ao longo da linha de montagem até que estes cheguem à

sua extremidade onde se encontra a área de embalagem (que não se encontra perfeitamente definida no espaço), sendo que é o operador responsável por esta (embalagem) que tem a responsabilidade de a fazer movimentar.

Os principais problemas identificados nesta área foram: a desordem do espaço envolvente aos postos de trabalho; a inexistência de materiais necessários para a realização das atividades; os tempos despendidos com atividades de *picking*; e fugas de ar nas mangueiras de ar comprimido.



Figura 28 – Área de montagem



Figura 29 – Passadeira da área de montagem

➤ Zona de embalagem

Muito embora a zona de embalagem não esteja espacialmente definida como todas as outras áreas, esta tem uma importância vital no processo produtivo na medida em que é responsável pelo acondicionamento dos produtos finais de forma a que estes possam chegar ao cliente em perfeitas condições. Assim, nesta área em que opera apenas um trabalhador, são executadas atividades de embalagem de produtos recorrendo principalmente a caixas de cartão, plásticos, fita cola e cartões identificadores dos produtos embalados (figuras 30 e 31).

Sendo esta a última etapa do processo produtivo da secção das cadeiras, o artigo que sai deste posto de trabalho está pronto para ser entregue ao cliente final.

Os principais problemas identificados nesta área de trabalho foram: a desordem de toda a área utilizada para as atividades de embalagem e o tempo despendido com atividades de *picking*.



Figura 31 - Área de embalagem



Figura 30 - Material de embalagem

3.6. Dados recolhidos

Os dados que se seguem foram fornecidos pela organização da Metalúrgica do Levira S.A., dizendo respeito ao sector de montagem de cadeiras referindo-se ao passado ano de 2016.

A organização da Levira S.A. efetua registos de todas as paragens nas atividades produtivas, registando também as suas causas ou motivos. Efetua também o registo do número de horas trabalhadas por setor, conseguindo-se assim calcular a percentagem de horas de efetiva produção. Na tabela 2 encontram-se representados, entre outros, alguns dados referentes às horas de paragens e de trabalho efetivo no sector em análise.

Tabela 2 - Horas anuais de trabalho efetivo e horas de paragem

Horas trabalhadas / Horas de paragem		
Descrição	Tempo [h]	
Capacidade instalada	17175	
Horas de ausência	1074	%
Horas disponíveis	16101	100
Horas de paragem	826	5,13
Horas trabalhadas	15275	94,87

Com a informação fornecida pela tabela 2 é possível verificar que das 16101 horas de trabalho disponíveis por ano, apenas 15275 são utilizadas para o desenvolvimento de atividades produtivas. Assim, é possível verificar que, em termos percentuais, em 94.87% do tempo disponível corresponde a horas de trabalho, enquanto que em 5.13% do tempo o sector em análise se encontra inoperante (figura 32).

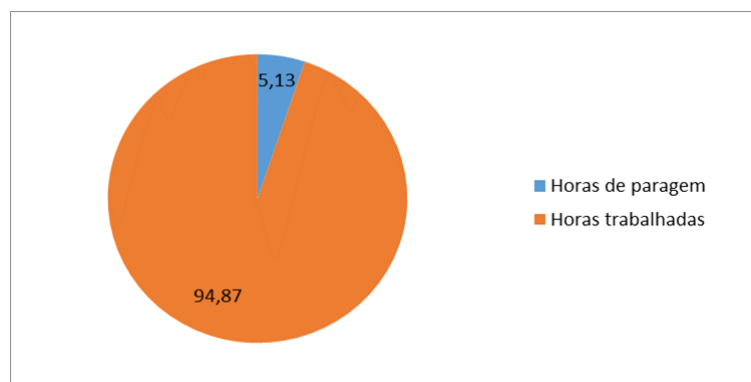


Figura 32 - Percentagem de horas de trabalho efetivo e de paragens

Tão ou mais importante do que saber o número de horas que o processo produtivo se encontra parado é saber o motivo dessas paragens. Como referido anteriormente, a Levira S.A. efetua o registo das causas que levam à paragem da sua atividade produtiva, sendo que na tabela 3 se encontram representadas para além dessas causas a duração acumulada de cada uma delas.

Tabela 3 - Motivos de paragem e as suas respetivas durações

Motivos de paragem		
Descrição	Tempo [h]	%
Avaria	3	0,37
Problemas de qualidade	16	1,9
Falta de material	56	6,77
Setup	22	2,66
Retrabalho	40	4,81
Limpeza / Arrumação	347	42,01
Construção de equipamentos	71	8,61
Serviço externo / Coordenação	84	10,16
Inventário	156	18,84
Cargas / Descargas matéria-prima	32	3,88
Total	826	100

Da observação dos dados apresentados na tabela anterior (tabela 3) é possível verificar o número total de horas em que a atividade produtiva da organização se encontrou parada (826h). Além dessa informação, a tabela 3 permite identificar as causas/motivos que levaram essas paragens a acontecer, ao mesmo tempo que fornece informação acerca da duração de cada uma delas. É também possível observar as percentagens de tempo despendido com cada motivo de paragem, sendo que pela observação da figura 33 esta se torna mais fácil e intuitiva.

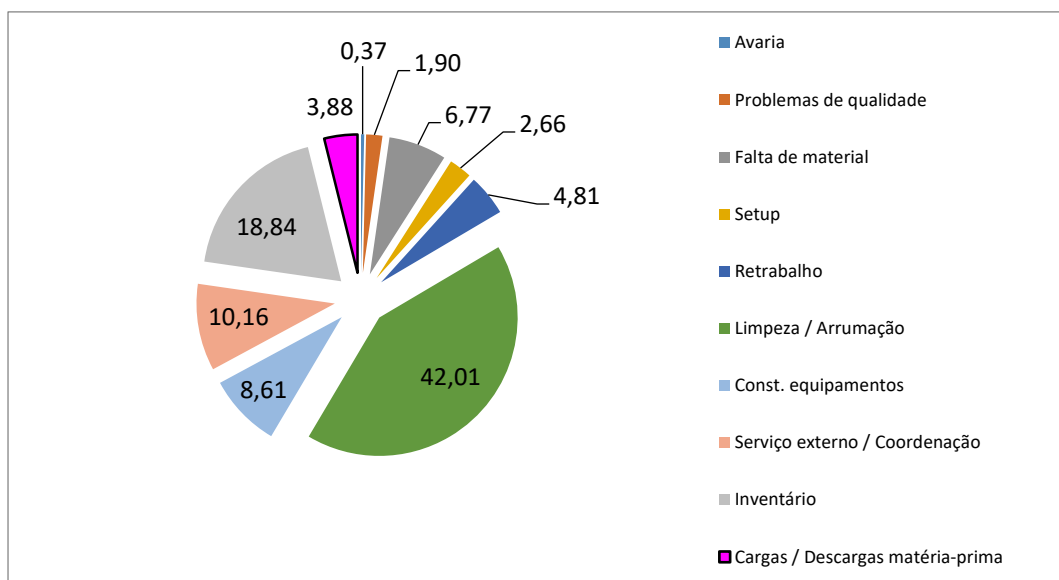


Figura 33 - Motivos de paragem e o seu peso (em %) no tempo de paragem total

Da observação da figura 33 é possível identificar quais os principais motivos de paragem da linha de montagem durante o período em análise, sendo que os cinco com maior peso a nível de horas de paragem foram (por ordem decrescente e em termos percentuais): limpeza/arrumação (42.01%), inventário (18.84%), serviço externo/coordenação (10.16%), construção de equipamentos (8.61%) e falta de material (6.77%). Assim, é possível verificar que à exceção do serviço externo/coordenação e à construção de equipamentos, os restantes tempos relativos a todos os outros motivos de paragem poderiam, teoricamente, ser reduzidos através da aplicação das metodologias *lean* propostas para este trabalho, pelo que a relevância do projeto desenvolvido e da intervenção realizada fica bem explícito.

3.7. Alterações efetuadas, propostas de melhoria e resultados

Com o objetivo de facilitar a análise de todas as alterações e melhorias aplicadas ao sector alvo de intervenção, foi feita uma divisão daquelas em três grandes grupos: as melhorias gerais, as melhorias resultado da criação do supermercado de componentes e as melhorias resultado da reformulação do *layout* da linha de montagem.

3.7.1. Melhorias gerais

Da análise do sector de montagem de cadeiras e da sua respetiva área envolvente verificou-se que existiam problemas gerais, comuns a várias zonas, que poderiam ser resolvidos, ou pelo menos minimizados, através da aplicação de melhorias globais. Estas melhorias dizem respeito a

alterações que vão para além daquelas que foram efetuadas em áreas de trabalho específicas, quer por não estarem relacionadas com nenhum posto de trabalho em particular, quer por serem melhorias que, após a sua implementação, viriam a afetar vários daqueles postos. Posto isto, as melhorias globais aplicadas foram:

i) criação de caleiras, a aplicar no solo, para a passagem de fios elétricos (figura 34). A construção destas foi realizada internamente, ficando a sua elaboração a cargo da secção de máquinas, não tendo sido necessário recorrer a qualquer tipo de serviço externo. Esta capacidade de criação interna de soluções, que viria a ser norma ao longo de todo o projeto, foi considerada uma mais valia organizacional na medida em que foi conseguido criar os objetos necessários a partir de monos (material existente em stock no seio da organização que, ainda que em bom estado, já não irá ser utilizado para o propósito com que foi adquirido) existentes, não consumindo qualquer tipo de recurso financeiro adicional. A aplicação desta medida teve dois objetivos principais: a proteção dos próprios fios elétricos (contra a humidade e/ou roedores, por exemplo) e a proteção dos colaboradores contra possíveis acidentes de trabalho;



Figura 34 - Caleira de proteção

ii) organização e limpeza de todo o sector de montagem de cadeiras. Estas atividades, realizadas um pouco por todo o setor de montagem e com a cooperação de todos os colaboradores, foram efetuadas ao longo da duração de todo o projeto, tendo consequências muito positivas tanto a nível de organização do espaço laboral como da redução dos tempos despendidos com a procura do material necessário para a realização das atividades produtivas;

iii) consciencialização de todos os colaboradores acerca das mais valias das boas práticas laborais. Esta medida foi implementada através da realização de inúmeras conversas informais com os colaboradores, nas quais foram explicadas as vantagens e benefícios de uma mudança de hábitos. Muito embora os benefícios da aplicação desta medida não tenham sido verificados na prática, na medida em que apenas serão visíveis melhorias a médio ou longo prazo, é expectável que estas ocorram, tendo repercussões positivas muito significativas quer para a organização quer para os próprios colaboradores;

iv) reparação das fugas de ar. Um dos problemas identificados em várias áreas de trabalho foram as fugas de ar comprimido, pelo que se tornou imperativo a sua reparação. Esta foi realizada através quer da substituição das torneiras de distribuição quer das mangueiras utilizadas para fazer chegar o ar comprimido aos postos de trabalho. Tendo em conta que o ar comprimido absorve grande parte dos recursos financeiros das organizações, é expectável, embora que impossível de quantificar, que estas reparações venham a ter um impacto bastante positivo na eficiência financeira da Levira S.A.;

v) alteração do posicionamento das mangueiras de ar comprimido. Esta necessidade de alteração surgiu como consequência das alterações de *layout* postas em prática nesta zona de montagem, tendo-se realizado a sua mudança para posições imediatamente acima dos postos de trabalho (quando possível) que delas necessitam para exercer as suas atividades produtivas. Os benefícios desta alteração prendem-se com uma maior comodidade, por parte dos colaboradores, na realização das suas tarefas e com uma maior organização de todas as áreas que delas necessitam. Esta melhoria de organização resulta do facto de não existirem mangueiras espalhadas pelo chão da área produtiva, uma vez que aquelas apenas têm um percurso aéreo que vai desde os tubos de ar comprimido, fixados no teto do pavilhão industrial, até aos postos de trabalho que delas fazem uso.

3.7.2. Criação do supermercado de componentes

Um dos objetivos propostos para este projeto foi a criação de um supermercado de componentes junto à linha de montagem de cadeiras, responsável pelo abastecimento dos postos de trabalho, reduzindo assim os tempos despendidos com atividades de *picking* e facilitando ao mesmo tempo a gestão dos materiais utilizados. Este processo de criação teve como primeira tarefa a recolha de toda a informação, junto de responsáveis da organização, acerca da totalidade de

materiais utilizados na linha de montagem de cadeiras durante o passado ano de 2016 (anexo C). O segundo passo consistiu em averiguar quais desses materiais teriam um volume de saída suficientemente significativo que justificasse a sua presença no supermercado tendo em consideração que este iria ser abastecido semanalmente. Para isso, foi definido que componentes e/ou materiais que tivessem uma taxa de utilização inferior a 5 unidades por mês não teriam uma procura significativa o suficiente que justificasse a sua presença no supermercado (salvo algumas exceções pontuais, devidamente assinaladas com um “*” nas listas de componentes presentes no anexo C). Assim, e após ter o conhecimento de todos estes fatores, procedeu-se à criação de um primeiro esboço (que viria a sofrer inúmeras pequenas alterações por contingências naturais, normais na fase de implementação de projetos no terreno) do supermercado de componentes (figura 35), tendo este sido aprovado, em reunião, por parte dos responsáveis pelo projeto.

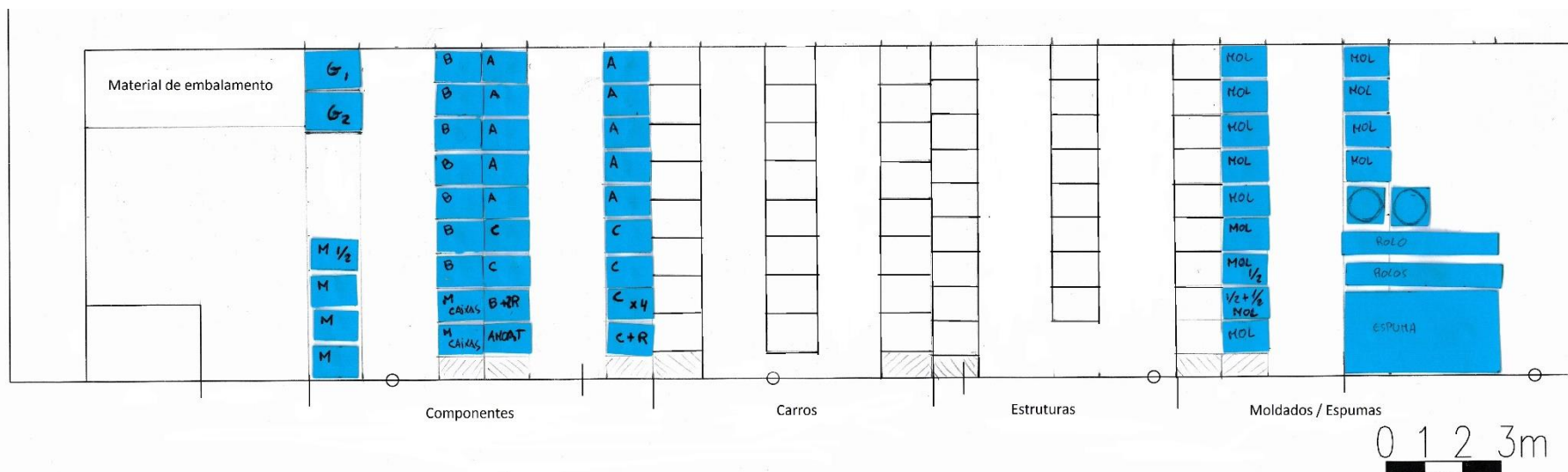


Figura 35 - Proposta inicial do layout do supermercado de componentes

Uma vez chegada a fase de implementação do projeto no terreno, tornou-se evidente que a primeira tarefa a realizar seria a limpeza e arrumação do espaço onde se iria proceder a construção do referido supermercado. Este foi um processo longo e demorado uma vez que este local foi, durante muito tempo, uma área de colocação indevida de material (que muitas vezes ali se acumulava durante semanas) na medida em que era aí depositado não obedecendo a qualquer tipo de critério (figura 36).



Figura 36 - Desordem da área adjacente à linha de montagem de cadeiras

Após o processo de limpeza e arrumação do local estar concluído foi finalmente possível dar início à construção efetiva do supermercado de componentes. A escolha da localização espacial de cada componente seguiu os seguintes critérios (numerados por ordem de importância): 1- proximidade do posto de trabalho que o irá utilizar; 2- facilidade do seu transporte; 3- aproveitamento eficiente do espaço disponível. Estes critérios de seleção foram muito importantes na medida em que funcionaram como *guidelines* para a organização do supermercado, porém nem sempre foi possível respeitar essa ordem, tendo sido necessário procurar muitas vezes soluções alternativas, que embora menos eficazes fossem necessárias, face às condicionantes e contratempos que iam surgindo. Assim, e após a resolução de todos estes imprevistos, obteve-se o *layout* final do supermercado de componentes (Figura 37).

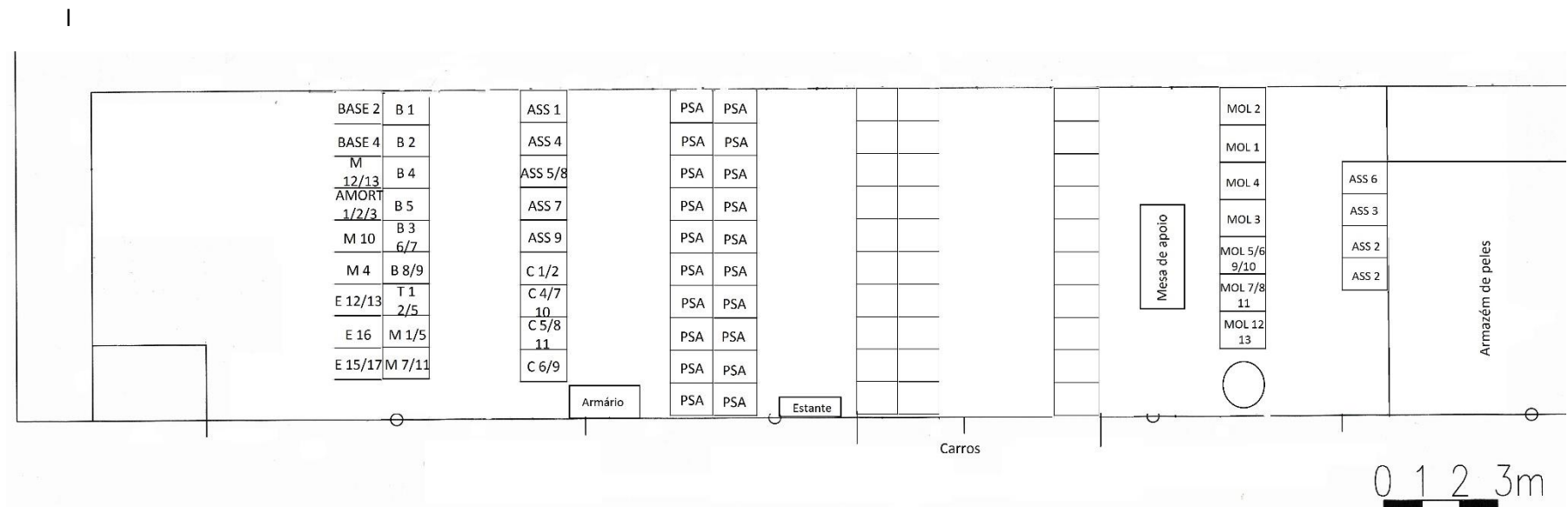


Figura 37 - Layout final do supermercado de componentes

Com o objetivo de fornecer um armazenamento mais apropriado aos componentes de menores dimensões utilizados pela linha de montagem, foi feito o reaproveitamento de um armário que se encontrava sem utilização num dos armazéns da organização. O aproveitamento deste foi facilitado devido ao facto da sua estrutura já possuir divisórias nas suas prateleiras, tendo sido assim possível poupar tempo e dinheiro na sua alteração estrutural. Por sua vez, e com o objetivo de uma mais fácil identificação do tipo de componentes encontrados em cada divisória, foi também implementado um sistema de etiquetas (explicado com mais pormenor mais a frente no presente capítulo) nas superfícies frontais de cada divisão (figura 38).



Figura 38 - Armário de componentes

Os componentes armazenados em cada divisória do referido armário encontram-se representados no anexo D.

Como referido anteriormente, foi introduzido um sistema de etiquetas responsáveis pela identificação do material existente em supermercado, o que permitiu uma facilitação da sua gestão logística. Estas etiquetas (figura 39), contendo informação relevante para a gestão dos materiais que identificam, foram aplicadas através da sua colagem nas superfícies das caixas (exceto nos materiais presentes no armário acima referido) de cada tipo de material presente em supermercado.

Código:	
Descrição:	
Quantidade:	

Figura 39 - Etiqueta identificativa

Muito embora esta colagem não seja o método mais definitivo de identificação de material, na medida em que aquelas teriam de ser substituídas de cada vez que a substituição das respetivas caixas fosse efetuada, foi a forma mais prática e simples de o conseguir. Esta forma de etiquetagem revestiu-se de um carácter provisório na medida em que apenas seria utilizada durante a fase de teste do supermercado de componentes, tendo sido planeada a sua substituição por uma forma de identificação mais definitiva aquando do seu término.

Uma vez concluída a criação do supermercado de componentes, foi estabelecido um período de testes no qual se realizaria uma análise acerca do seu funcionamento e desempenho. Embora o presente projeto tenha terminado antes do fim do referido período de testes, foi ainda possível identificar e corrigir pequenos problemas com o seu funcionamento. Assim, e ainda que não tenha sido possível analisar na prática o seu contributo para o aumento da eficiência da linha de montagem que alimenta, é expectável que isso aconteça, quer pela diminuição drástica dos tempos de *picking* (resultado da diminuição das distancias percorridas pelos colaboradores desde o seu posto de trabalho até aos materiais de que necessitam para exercer a sua atividade laboral) quer pela melhoria na organização de todo o espaço, facilitação assim o processo de gestão de stocks.

3.7.3. Reformulação do *layout* da linha de montagem

O principal objetivo da reformulação do *layout* deste sector foi unificação da linha de montagem de cadeiras ao mesmo tempo que se conseguia a libertação do espaço necessário para a criação de um supermercado de componentes adjacente a ela. Para isso, foi necessário movimentar as áreas de corte e de colagem (zona B) para a zona (zona A) onde já se encontravam as restantes áreas da linha de montagem (figura 40).

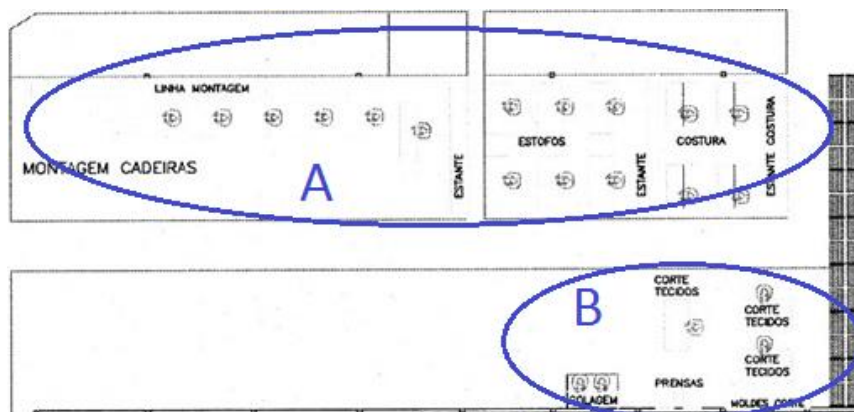


Figura 40 - Zonas distintas contendo áreas de trabalho da mesma linha de montagem

Como consequência desta movimentação, e por forma a que a instalação de todas as áreas de trabalho fosse conseguida naquele espaço, foi necessária a alteração espacial e estrutural de todos os setores.

Assim, as alterações de *layout* realizadas na área A foram efetuadas tendo em consideração os seguintes critérios:

i) a área disponível. A área disponível foi um dos principais fatores responsáveis pela configuração final da linha de montagem de cadeiras na medida em que o espaço disponível para instalar todas as áreas de trabalho era limitado, tendo sido por isso necessário analisar de forma cuidada quer as hipóteses de proposta de alteração quer as suas consequências para todo o sector.

ii) a sequência de tarefas realizadas no decorrer do processo produtivo. A ordem com que as áreas de trabalho foram dispostas no terreno teve em consideração o percurso que os artigos aqui trabalhados realizam ao longo do processo produtivo. Assim, os postos de trabalho foram organizados de forma a que os artigos aqui montados seguissem uma linha contínua de produção, tendo em atenção a ordem com que é realizada a sua montagem.

iii) o transporte de materiais. O transporte de materiais e matérias-primas está presente em qualquer tipo de processo produtivo, pelo que a sua análise e compreensão se reveste de extrema importância aquando da alteração de *layout* deste tipo de áreas. Assim, foi necessário conhecer o tipo de materiais utilizados em cada posto de trabalho, assim como a forma com que estes são transportados para junto dos respetivos postos por forma a realizar um conveniente dimensionamento de toda a zona.

iv) a dimensão dos *buffers* necessários em cada posto de trabalho. Tendo em conta que cada área de trabalho utiliza diferentes tipos de materiais e/ou componentes para a sua atividade

produtiva, foi necessário fazer uma análise individual a cada uma daquelas áreas por forma a conhecer quais os tipos de materiais que cada utiliza por forma a realizar o seu correto dimensionamento.

Embora os critérios anteriormente enumerados se revistam de uma grande importância nos processos de alteração de *layouts*, existem outros que embora não possuam a mesma relevância não podem ser ignorados aquando da realização daquelas. Assim, critérios como a distância dos postos de trabalho a certos equipamentos inamovíveis ou a localização espacial das tubagens de ar comprimido (por exemplo), são fatores que tiveram de ser analisados e tidos em consideração aquando da implementação das alterações. O aspeto final do *layout* da linha de montagem de cadeiras (figura 41) é, portanto, uma tentativa de equilíbrio entre todos os critérios anteriormente referidos.

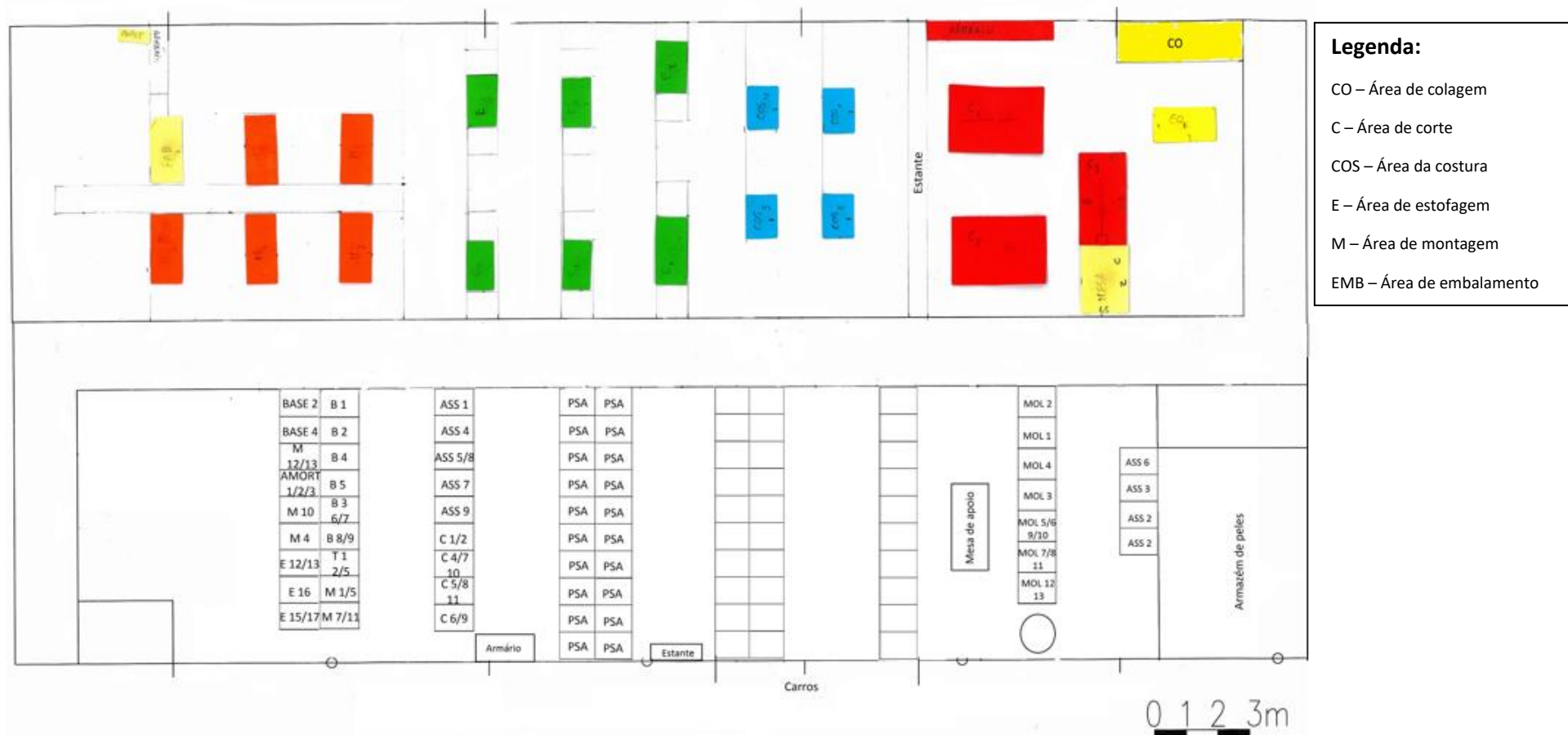


Figura 41 - Layout final da linha de montagem de cadeiras e a sua localização relativa em relação ao supermercado de componentes

Assim, com o objetivo de facilitar a identificação de todas as melhorias efetuadas na linha de montagem intervencionada, foi realizada uma análise individual a cada área de trabalho enunciando as melhorias locais aplicadas, melhorias essas que foram implementadas como resposta aos problemas anteriormente identificados neste setor.

➤ **Área de corte**

i) a criação de uma nova mesa de apoio. A criação desta mesa teve como objetivo a substituição de uma outra, de menores dimensões e sem o suporte de iluminação adequado, utilizada como mesa de corte de materiais específicos. A sua conceção foi realizada utilizando os recursos internos da organização, não tendo sido finalizada até ao termino do presente projeto por contingências internas da empresa. No entanto, a sua estrutura ficou pronta e pintada, ficando apenas a faltar a montagem dos seus tampos de madeira (criados pela zona da carpintaria) e a sua aplicação na área de corte no espaço que lhe foi reservado. Embora não tenha sido possível de observar no terreno, espera-se que esta medida possa ter uma influência positiva nas atividades produtivas aqui desenvolvidas na medida em que foram melhoradas as condições de trabalho existentes, fornecendo mais e melhores meios para a sua realização;

ii) criação de um armazém de peles (figura 42). A construção deste, parcialmente realizada até ao termino do presente projeto, foi feita através da utilização de estruturas usualmente utilizadas como estantes. O primeiro passo para implementar esta medida foi a desmontagem das referidas estantes, encontrando-se estas sem uso numa zona adjacente ao sector alvo de intervenção. Após este processo deu-se início à construção efetiva do referido armazém no espaço para isso destinado, não podendo ser completada em tempo útil por razões de forro interno da organização. Esta medida teve como objetivo o aumento e modernização do armazém de peles já existente, fornecendo melhores condições de trabalho aos colaboradores da área de corte;



Figura 42 - Construção do armazém de peles

iii) alteração da sua localização espacial. O objetivo desta migração foi a criação de um setor de montagem que seguisse uma linha de continuidade em que não existisse espaços vazios entre as áreas de trabalho. Assim, foi realizada a mudança de todos os equipamentos afetos a toda e qualquer atividade de corte para uma zona adjacente a todas as outras áreas de trabalho. Os benefícios da aplicação desta medida foram a diminuição de tempos despendidos com atividades de *picking* de material e de movimentações desnecessárias entre áreas de trabalho;

iv) reorganização do *layout* (figura 43). Foram realizadas alterações profundas no *layout* desta área com o objetivo de facilitar a movimentação e a própria eficiência produtiva dos colaboradores. Esta alteração de *layout* teve em consideração as principais movimentações, efetuadas pelo operador desta área, tanto em deslocações entre equipamentos como em atividades de *picking* de material. As alterações anteriormente referidas tiveram um impacto positivo nesta área de trabalho na medida em que foram reduzidos os tempos utilizados quer em movimentações entre equipamentos quer em atividades de *picking* de material, aumentando assim o tempo disponível para a realização das atividades produtivas.



Figura 43 - Disposição dos equipamentos na área de corte

➤ Área de colagem

i) alteração da sua localização espacial. Como anteriormente referido esta área encontrava-se inicialmente instalada nas proximidades da linha de montagem de cadeiras, pelo que existia uma descontinuação do processo produtivo resultado de movimentações e paragens desnecessárias. Assim, e para que essas fossem minimizadas, foi necessária a migração de toda a área de colagem para uma zona adjacente à linha de montagem, tendo sido feita uma triagem dos equipamentos que efetivamente seriam necessários nesse posto de trabalho. O principal benefício resultante das alterações anteriormente referidas foi a criação de uma linha continua de montagem em que o

tempo despendido com movimentações desnecessárias e paragens indevidas fosse significativamente reduzido;

ii) reorganização do *layout*. De forma similar ao que foi feito na área de corte, foi realizada uma reformulação do *layout* da área de colagem por forma a, por um lado minimizar as movimentações efetuadas pelos colaboradores deste posto de trabalho e por outro um reaproveitamento mais eficiente do espaço disponível. Esta medida teve um impacto bastante positivo na organização uma vez que para além de se ter conseguido reduzir os tempos despendidos com movimentações desnecessárias, foi também possível, através de um melhor aproveitamento do espaço existente, a eliminação da acumulação de materiais na zona envolvente a esta zona de trabalho;

iii) criação de uma estrutura de apoio ao sistema de exaustão (figura 44). Como consequência da migração desta área de trabalho foi necessária a criação de uma estrutura, feita pela zona da serralharia e utilizando os recursos internos da organização, de suporte quer ao sistema de exaustão quer ao motor que o alimenta. Após a sua conceção, a referida estrutura foi aplicada no terreno tendo sido necessário recorrer a uma empresa especializada para proceder à montagem da sua chaminé no telhado do pavilhão industrial. Paralelamente a esta montagem foi realizada a limpeza do sistema de exaustão, que se encontrava em bastante mau estado devido à sua falta de manutenção, com o objetivo de melhorar a sua capacidade de aspiração. Por fim, foi feita a montagem de todo o sistema de exaustão na estrutura previamente preparada e realizadas as suas ligações elétricas (figura 45). Os principais benefícios associados a esta medida foram uma melhor capacidade de aspiração por parte de todo o sistema de exaustão, proporcionado quer pela sua limpeza quer pela correção da conformação do tubo que dá acesso à chaminé para o exterior.



Figura 44 - Estrutura de apoio ao sistema de exaustão



Figura 45 - Mesa de colagem

➤ Área de costura

Ainda que tenha sido uma área onde foram aplicadas medidas globais, nomeadamente a limpeza e organização de todo o espaço, não foi aqui efetuada nenhuma melhoria específica além da migração de todos os equipamentos e postos de trabalho para uma zona diferente (figura 46), embora que espacialmente bastante próxima da original, de acordo com as alterações observadas no *layout* final do setor de montagem de cadeiras (anexo G).



Figura 46 - Disposição dos equipamentos na área de costura

➤ Área de estofagem

i) reorganização da disposição das mesas de trabalho (figura 47). Esta reorganização, que teve como principal objetivo a redução dos tempos associados a atividades de *picking* de material, não pode ser analisada de forma independente da criação do supermercado de componentes na medida em que foi também baseado na sua configuração que aquelas alterações foram efetuadas. Posto isto, as melhorias verificadas a nível da redução dos tempos de *picking* de material e de redução de tempos despendidos em movimentações desnecessárias, não podem ser exclusivamente atribuídas à aplicação desta medida, tendo a criação do referido supermercado tido uma grande influência sobre elas;



Figura 47 - Disposição dos equipamentos na área de estofagem

ii) geração de novos painéis de madeira. A criação destes painéis, que ficou a cargo do sector de carpintaria, teve como objetivo a substituição dos já existentes por estes se encontrarem em mau estado de conservação. As melhorias alcançadas com a aplicação desta medida dizem exclusivamente respeito a um upgrade do visual estético de toda a zona intervencionada.

➤ **Área de montagem**

i) criação de um suporte para a caixa elétrica da passadeira. Como consequência da alteração espacial da passadeira de produtos, tornou-se necessária a criação de uma estrutura que fornecesse suporte à caixa elétrica responsável pelo seu movimento. Para isso foi necessária a colaboração do sector da serralharia que utilizou recursos internos para a sua construção. Após a sua criação, esta foi aplicada na zona para ela destinada, sendo posteriormente efetuadas todas as ligações elétricas necessárias à sua normal operação (figura 48);



Figura 48 - Montagem do suporte da caixa elétrica da passadeira

ii) reorganização das mesas de trabalho (figura 49). Esta reorganização foi feita de forma a que o trabalho aqui desenvolvido, por parte dos colaboradores, fosse realizado de forma o mais natural possível e de modo a que a colocação dos produtos acabados e/ou semi-acabados na passadeira fosse feita de forma o mais eficiente possível, fazendo um aproveitamento responsável do espaço disponível;



Figura 49 - Disposição dos equipamentos na área de montagem

iii) criação de espaços, junto às mesas de trabalho, para a colocação dos materiais de montagem. A criação destes espaços teve como principal objetivo uma facilitação do acesso aos materiais de montagem por parte dos colaboradores destes postos. No entanto, quer o formato quer as dimensões dos espaços atribuídos a cada mesa de trabalho foram pensadas de forma a que tivessem as dimensões necessárias e suficientes para a colocação de qualquer tipo de componente aí utilizado. Os principais benefícios resultantes da aplicação desta medida encontram-se associados quer à satisfação dos colaboradores, por conseguirem realizar as suas atividades laborais de forma mais fácil e com menor esforço, quer pelas consequências a nível de organização e limpeza do espaço que a criação daqueles promove;

iv) implementação de um sistema de interruptores para movimentar a passadeira de produtos acabados e/ou semi-acabados. Este sistema consistiu na aplicação de um interruptor (figura 50), responsável pela movimentação e paragem da passadeira existente nesta área, em cada mesa de trabalho. A aplicação deste sistema teve como objetivo um aumento da eficiência laboral dos colaboradores destes postos na medida em que estes não teriam de sair da sua própria zona de trabalho, como acontecia no anterior cenário, para fazer movimentar a passadeira e, consequentemente, os seus produtos para zonas mais a jusante na linha de montagem.



Figura 50 - Interruptor

➤ **Zona de embalagem**

i) criação e delimitação da área de embalagem (figura 51). Um dos objetivos a alcançar com as alterações efetuadas nesta zona de trabalho foi a criação de uma área delimitada onde se procedesse ao embalamento do produto acabado. Com o decorrer do projeto esta área viria a ser criada, muito graças a uma reorganização do espaço e dos equipamentos aí existentes, não tendo sido possível efetuar a sua delimitação através da sua pintura no chão de fábrica até ao termino do presente projeto;



Figura 51 - Área de embalagem

ii) criação de uma mesa de suporte para satisfazer as necessidades produtivas desta área (figura 52). A realização desta medida teve por base a alteração de uma mesa já existente conferindo-lhe as características necessárias para a sua função. Entre as alterações anteriormente referidas destacam-se a diminuição da sua dimensão, através do seu corte e com o objetivo de se adequar ao espaço para si reservado, e a substituição dos seus tampos de madeira. De salientar

que aquando das alterações estruturais da mesa em questão, foi implementado um sistema de interruptores, semelhante ao utilizado na área de montagem, com o objetivo de atribuir ao operador desta área uma maior independência laboral face aos seus homónimos da área de montagem. A implementação desta medida permitiu por um lado um maior controlo sobre o material existente nesta área, o que não se verificava com o cenário anterior, e por outro uma melhoria significativa das condições de trabalho.



Figura 52 - Mesa de suporte à área de embalagem

3.8. Dados *a posteriori* (simulação)

Além das conclusões teóricas retiradas acerca das alterações efetuadas um pouco por todo o sector de montagem de cadeiras, foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar diferentes cenários hipotéticos quantificando as potenciais melhorias associadas a cada um. Para tal, foi utilizado o *software* de simulação *Arena*, que permite a modelagem, desenho e animação de processos produtivos de forma simples e intuitiva (quando comparado a outros softwares idênticos), tendo os resultados obtidos sido analisados posteriormente.

O caso em estudo foca a sua atenção numa linha de montagem de cadeiras contendo 6 áreas distintas de trabalho: corte, colagem, costura, estofagem, montagem e embalamento. As atividades desenvolvidas em cada posto de trabalho estão interligadas entre si na medida em que os produtos semiacabados que saem das estações a montante irão ser utilizados na atividade produtiva do posto imediatamente a jusante deste (salvo algumas exceções). O fluxograma do processo produtivo desenvolvido nesta secção de montagem encontra-se representado na figura 53.



Figura 53 - Fluxograma do sistema produtivo do setor de montagem de cadeiras

Para a realização da simulação em causa foi necessário seleccionar um artigo alvo de estudo. Esta seleção foi efetuada segundo a representatividade dos artigos no volume de vendas da organização, isto é, quanto maior for o seu peso, mais significativas serão as hipotéticas melhorias registadas. Assim, através da análise da lista de artigos produzidos nesta secção, fornecida pela organização, foi selecionado não um, mas dois artigos para estudo. A decisão de escolha de dois artigos a estudar em conjunto foi tomada tendo em conta duas razões: (i) ambos os artigos utilizam quase a totalidade dos mesmos componentes na sua montagem, sendo que os componentes utilizados para esta análise são comuns a ambos os artigos; (ii) quando analisados em conjunto o seu volume de vendas atinge valores considerados representativos para a análise em questão. Assim, foram selecionados os modelos 01 e 02 da cadeira TOTEN-1981 para serem analisadas como se fossem apenas um artigo, sendo que representam, em conjunto, cerca de 22% do volume de vendas da secção onde são produzidos. Na figura 54 encontra-se representado um exemplar do modelo 01 da cadeira TOTEN-1981 em análise.



Figura 54 - Cadeira TOTEN-1981.01

Os componentes necessários para o processo de montagem da cadeira atrás referidas encontram-se listados no anexo E.

Neste tipo de simulação é essencial obter dados como os tempos de produção por cada posto de trabalho e o número de colaboradores que desenvolvem atividades produtivas em cada um deles.

Posto isto, os tempos de produção deveriam, idealmente, ser recolhidos manualmente e com recurso a um grande número de observações, porém, na impossibilidade de o realizar, foram utilizados os registos fornecidos pela Levira S.A. Os dados fornecidos por estes registos foram considerados como sendo meramente indicativos, tendo sido posteriormente estimados valores

razoáveis na sua vizinhança tendo em conta o conhecimento do processo em causa. Esta estimação de tempos foi realizada por forma a introduzir alguma variabilidade nos processos, sendo para isso utilizadas distribuições uniformes e triangulares. As distribuições uniformes foram utilizadas para estimar tempos nas áreas onde os períodos de produção são relativamente reduzidos, como no corte, na estofagem e no embalamento, sendo para isso apenas considerado um valor mínimo e um valor máximo. Por sua vez, as distribuições triangulares foram utilizadas como forma de estimar tempos de produção em áreas cujos períodos de atividade produtiva são relativamente mais elevados, como é o caso da área de colagem, estofagem e montagem, sendo considerados três valores: o mínimo, a moda e o máximo.

Assim, na tabela 4 encontram-se reunidos os dados relativos aos tempos de produção considerados no presente estudo bem como o tipo de distribuição utilizado para os obter.

Tabela 4 - Tempos de atividade produtiva por área de trabalho

Área de trabalho	Tipo de distribuição	Tempos de produção fornecidos [s]	Tempos de produção considerados
Corte	Uniforme	150	[138 ; 162]
Colagem	Triangular	540	[480 ; 540 ; 600]
Costura	Triangular	390	[360 ; 390 ; 420]
Estofagem	Uniforme	180	[162 ; 198]
Montagem	Triangular	780	[690 ; 780 ; 870]
Embalamento	Uniforme	120	[108 ; 150]

Outro dado de extrema importância aquando da realização de uma análise deste género é o número de colaboradores que desenvolvem as suas atividades produtivas em cada área de trabalho. Assim, e por motivos de conveniência, este foi considerado constante em cada um dos cenários criados ainda que muitas vezes isso não aconteça na prática, podendo os colaboradores “migrar” entre postos caso as necessidades organizacionais assim o justifiquem.

Por outro lado, e após uma análise dos motivos que levaram cada posto de trabalho a parar a sua atividade produtiva, verificou-se que as paragens relativas à falta de material apenas se verificavam nas áreas de corte, colagem e montagem, sendo que as paragens verificadas nos restantes postos de trabalho nada tinham a ver com problemas de abastecimento de material.

Posto isto, e focando a atenção apenas nos postos de trabalho cujos motivos de paragem são relativos à falta de material, foram calculadas as distâncias que os colaboradores de cada posto têm de percorrer para se deslocarem ao armazém e recolherem os materiais de que necessitam

para realizar a sua atividade produtiva. O cálculo destas distâncias foi feito com recurso à utilização do *layout* geral da organização (anexo A), tendo-se medido as distâncias percorridas desde cada posto de trabalho até à localização em armazém de cada um dos componentes em estudo. Posteriormente, e com recurso à escala da própria planta, foi feita a conversão para a distância real percorrida.

Após realizadas as medições das distâncias reais percorridas, foi feita uma estimativa do tempo necessário que um colaborador necessita para as perfazer. Para isso, foi admitido que a velocidade média de uma pessoa a caminhar, a um ritmo normal, se encontra entre os 3 e os 4km/h. Mais uma vez, e de forma a dar mais variabilidade ao processo ao mesmo tempo que se tentou aproximar o modelo inicial à realidade, visto que os colaboradores não se deslocam todos à mesma velocidade, foram realizados três cálculos desses tempos para cada componente em falta, sendo que no primeiro cenário o colaborador se deslocava a 3km/h, no segundo a 3.5km/h e no terceiro a 4km/h.

Para a análise em questão foram utilizados apenas alguns dos componentes necessários para a montagem das referidas cadeiras, componentes esses que se encontram assinalados com um “#” na lista presente no anexo E, sendo utilizadas, ao longo deste estudo, apenas as siglas que os caracterizam por motivos de simplificação de escrita. Assim, os componentes selecionados foram aqueles cujo abastecimento diário dos *buffers* das áreas em estudo (corte, colagem e montagem) tem de ser feito mais do que uma vez, tendo os restantes componentes ficado fora desta análise, uma vez que são geralmente de menores dimensões e, por isso, não necessitam de um abastecimento tão frequente. Após esta seleção, foi definido o número de unidades de cada um desses componentes presente nos *buffers* das áreas de montagem analisadas (corte, colagem e montagem), permitindo assim definir a periodicidade com que cada um deles terá de ser repostos.

Na tabela 5 encontram-se representados, para além dos componentes selecionados para esta análise, as quantidades de cada um deles presentes nos *buffers* de cada área de trabalho considerada e a distância que o colaborador de cada uma delas terá de percorrer para efetuar o seu abastecimento.

Tabela 5 – Número de unidades presentes nos buffers e distâncias percorridas pelos colaboradores

Áreas de trabalho	Componente	Unidades presentes nos buffers	Distância percorrida [m]	Tempos de paragem [s] [4km/h ; 3.5km/h; 3km/h]
Montagem	SBS	60	140	[216 ; 234 ; 258]
	KGL	25	114	[193 ; 207 ; 227]
	NBC	32	136	[212 ; 230 ; 253]
	B1T	78	86	[167 ; 178 ; 193]
Colagem	Costas	20	120	[177 ; 189 ; 206]
	Assento	20	108	[167 ; 177 ; 192]
Corte	Tecido	N.A.	24	[112 ; 115 ; 119]

N.A. – não aplicável

A área de corte não possui um valor definido para o número de unidades presentes no seu *buffer*, uma vez que os materiais nela utilizados chegam à organização em rolos de tecido de dimensões variáveis, dificultando assim a sua quantificação. No entanto, esta limitação foi superada através da observação dos processos no terreno, no qual se verificou que em média aqueles materiais apenas eram alvo de abastecimento uma vez em cada dia de trabalho, tornando-se desnecessária a sua quantificação ao nível do número de unidades presentes no seu *buffer*.

Uma vez reunidos todos os dados necessários para a realização do estudo em causa, e ainda antes de o iniciar, foi importante definir alguns parâmetros da simulação. Assim, parâmetros como o número de replicações utilizadas, o número de horas de aquecimento da simulação ou o número de horas de atividade produtiva representadas pela análise em questão foram aspetos de definição prévia imprescindível. Embora os valores utilizados para caracterizar cada um destes critérios não sejam imutáveis, na medida em que podem ser utilizados diferentes valores consoante aquilo que se pretende estudar, uma escolha conveniente daqueles afeta de forma significativa a qualidade e fiabilidade dos resultados obtidos. Posto isto, foram consideradas, para cada cenário criado, 20 replicações com um tempo de aquecimento de 8h e representando 8h de atividade produtiva (figura 55).

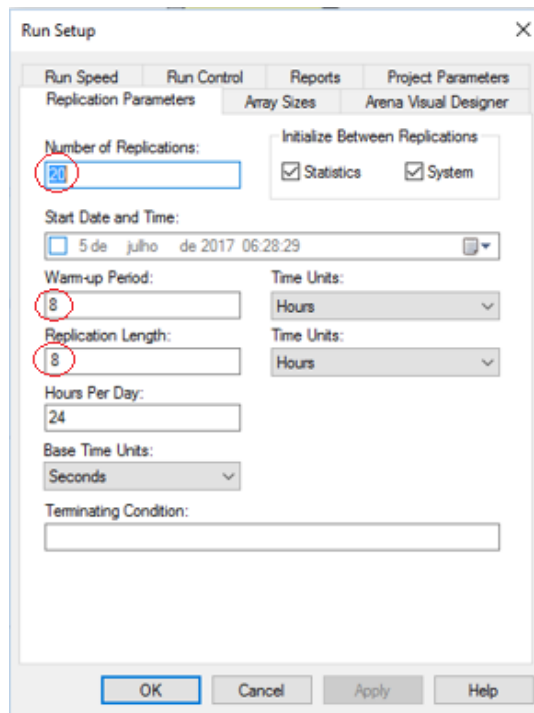


Figura 55 - Parâmetros do modelo de simulação

Assim, após a definição de todos os parâmetros de simulação considerados importantes para o caso em estudo, foi criado o modelo de simulação (figura 56).

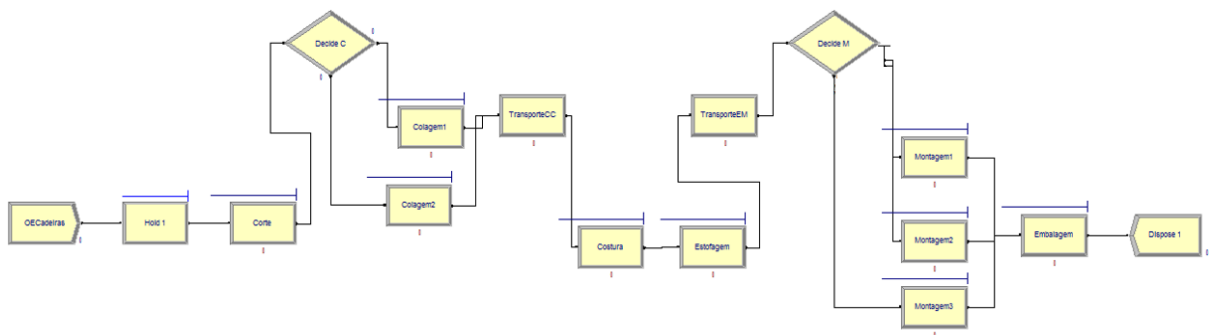


Figura 56 - Modelo de simulação

Uma vez definidos todos os dados necessários à realização do estudo em causa, e depois da introdução dos critérios anteriormente referidos no software utilizado para o efeito, foram criados quatro cenários diferentes com o objetivo de analisar e quantificar as hipotéticas melhorias afetas a cada um deles. Assim, e ainda antes de analisar os resultados obtidos com cada cenário criado, é importante identificar e descrever cada um deles:

(i) cenário A - representa o cenário inicial do processo produtivo da linha de montagem de cadeiras;

(ii) cenário B - representa o processo produtivo em análise após se ter realizado o nivelamento dos postos de trabalho ao longo de toda a linha de montagem. Este processo de nivelamento teve por base uma distribuição mais eficiente dos colaboradores pelas áreas de trabalho, dispondo-os de forma a que a carga de trabalho em cada uma delas fosse idêntica. Para isso, foram analisados os tempos médios de produção em cada área, tendo sido identificadas aquelas onde estes eram mais elevados (potenciais gargalos), alocando para si um maior número de operadores, em detrimento de outras áreas cuja carga de trabalho era significativamente mais reduzida;

(iii) cenário C - está relacionado com o funcionamento da linha de montagem de cadeiras após a criação do supermercado de componentes numa área adjacente àquela;

(iv) cenário D - diz respeito ao funcionamento da linha de montagem de cadeiras analisada aquando da ação conjunta do nivelamento dos postos de trabalho e da construção do supermercado de componentes.

Na tabela 6 encontra-se representado o número de colaboradores afetos a cada área de trabalho em cada um dos cenários criados.

Tabela 6 – Número de colaboradores afetos a cada área de trabalho em cada um dos cenários criados

Área de trabalho	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
	# de colaboradores	# de colaboradores	# de colaboradores	# de colaboradores
Corte	1	1	1	1
Colagem	2	3	2	3
Costura	2	2	2	2
Estofagem	3	1	3	1
Montagem	3	4	3	4
Embalagem	1	1	1	1

Por sua vez, e no que diz respeito à avaliação da qualidade das alterações impostas pela criação de cada um dos anteriores cenários, esta poderia ser realizada com recurso a um grande número de indicadores. No entanto, e para este caso em particular, foram utilizados os seguintes: o número de unidades produzidas e WIP (*Work in process*), os tempos de atividade produtiva, as taxas de utilização e os tempos de falhas.

Indicador 1 – Número de unidades produzidas e WIP

O primeiro indicador utilizado para avaliar e comparar as melhorias resultantes da aplicação dos diferentes cenários ao setor de trabalho em estudo foi o número de unidades produzidas. Como o próprio nome indica, este indicador fornece informação acerca da quantidade de artigos que foram produzidas pela linha produtiva no decorrer de um dia de trabalho. Outro indicador de desempenho analisado neste tópico é o WIP (*Work in process*) que, embora forneça alguma informação acerca dos materiais em curso de fabrico, os seus resultados não podem ser estudados de forma isolada, sendo para isso necessário fazer uma análise comparativa entre os valores registados para cada cenário considerado.

Na tabela 7, encontra-se representado para além do número de unidades produzidas, os valores de WIP para cada cenário considerado.

Tabela 7 - Número de unidades produzidas e valores de WIP

Indicador	Cenário A		Cenário B		Cenário C		Cenário D	
	Média	IC [95%]	Média	IC [95%]	Média	IC [95%]	Média	IC [95%]
Number out	105	[104,3 ; 105,1]	144	[143,3 ; 144,3]	106	[105,7 ; 106,5]	144	[143,6 ; 144,2]
WIP	68,7	[68,4 ; 69,0]	16,3	[16,0 ; 16,7]	66,4	[66,1 ; 66,7]	15,7	[15,7 ; 15,8]

Legenda:

Number out – Número de artigos produzidos

WIP – Trabalho em curso de fabrico

IC [95%] – Intervalo de confiança a 95%

Da análise da tabela anterior, e comparando o número de unidades produzidas no cenário A (105 unidades) e no cenário B (144 unidades), conclui-se que este é significativamente afetado pelo nivelamento da linha de montagem (aumento de 39 unidades). Este aumento verificado no cenário B está diretamente relacionado com o aumento do número de trabalhadores nas áreas de colagem e de montagem, pelo que se pode concluir que, no cenário A, estes desempenham um papel de gargalo da linha produtiva, limitando assim a quantidade de artigos produzidos.

Por sua vez, através da comparação do número de artigos produzidos no cenário A (105 unidades) e no cenário C (106 unidades), pode concluir-se que a criação do supermercado de componentes não afeta de forma significativa o número de artigos produzidos. Muito embora seja esta a conclusão que os valores analisados permitem retirar, esta poderá não ser totalmente acertada, na medida em que um mau balanceamento da linha de montagem poderá ter um papel importante na camuflagem do real impacto que a criação do supermercado de componentes poderá ter.

No que diz respeito à comparação entre os valores do número de artigos produzidos no cenário A (105 unidades) e no cenário D (144 unidades), e tendo em consideração os valores obtidos no cenário B (144 unidades), pode mais uma vez concluir-se que a criação do supermercado de componentes não irá ter um papel relevante no aumento do número de artigos elaborados. Desta forma, pode afirmar-se que, e através da análise dos dados obtidos pelo indicador em questão, apenas o balanceamento da linha de montagem afeta significativamente a quantidade de artigos produzidos, não sendo a existência de um supermercado de componentes um fator determinante para que isso aconteça.

Pela análise dos valores de WIP obtidos, e tendo em consideração que valores elevados deste é sinónimo de um maior número de artigos em curso de fabrico e, em última análise, reflexo de piores níveis de produção, torna-se de fácil conclusão que um correto nivelamento da linha de montagem (cenário B) contribui para uma diminuição considerável do seu valor (diminuição de 51.4 unidades quando comparado com o cenário A). Esta diminuição está relacionada com o aumento do número de colaboradores em áreas de trabalho consideradas de gargalo, o que potencia um aumento da utilização dos materiais que ali se encontram.

Por outro lado, e quando comparando os valores de WIP obtidos no cenário A (68.7 unidades) e no o cenário C (66.4 unidades), pode concluir-se que a criação do supermercado de componentes não afeta de forma significativa o seu valor (tendo este sido reduzido em apenas 2.3 unidades). Esta constatação permite concluir que o facto de os colaboradores terem um acesso mais rápido e fácil aos componentes de que necessitam para exercer a sua atividade, em nada afeta a quantidade de materiais existente em curso de fabrico.

Por fim, e aquando da comparação do valor de WIP obtido no cenário A (68.7 unidades) e no cenário D (15.7 unidades), e tendo em consideração o valor obtido no cenário B (16.3 unidades), pôde concluir-se que a redução observada se deve exclusivamente a um correto balanceamento da linha de montagem. Esta consideração de exclusividade deriva do facto de, embora o valor de WIP observado no cenário D ser ligeiramente inferior ao observado no cenário B (redução de 0.6 unidades), esta diferença não ter sido considerada significativa, tendo-se menosprezado o efeito do supermercado de componentes naquela redução.

Indicador 2 - Tempos de atividade produtiva

Outro dos indicadores utilizados para aferir a qualidade das melhorias impostas por cada cenário criado, foi o tempo de atividade produtiva. Este indicador permite obter dados acerca dos

tempos de atividades de valor acrescentado e não acrescentado e ainda informações acerca dos *lead times* de cada cenário criado.

Na tabela 8 encontram-se representados dados referentes aos tempos despendidos com atividades de valor acrescentado, tempos de espera, tempos despendidos com movimentações entre postos de trabalho e os valores de *lead times* para cada cenário considerado.

Tabela 8 - Tempos de atividades de valor acrescentado/não acrescentado e *lead times*

	Cenário A		Cenário B		Cenário C		Cenário D	
	Média [s]	IC [95%]	Média [s]	IC [95%]	Média [s]	IC [95%]	Média [s]	IC [95%]
VA time	2160,9	[2158,9 ; 2163,0]	2160,3	[2158,6 ; 2162,0]	2160,5	[2158,4 ; 2162,6]	2158,9	[2156,8 ; 2160,9]
Wait time	11515,7	[11457,0 ; 11574,4]	1029,3	[960,3 ; 1098,4]	11056,1	[10993,6 ; 11118,6]	909,7	[900,1 ; 919,3]
Transfer time	75,9	[75,8 ; 76,2]	76,1	[76,0 ; 76,3]	76,1	[75,9 ; 76,3]	76	[75,9 ; 76,2]
Total (Lead time)	13752,5	[13693,7 ; 13811,5]	3265,7	[3196,6 ; 3334,9]	13292,7	[13229,6 ; 13355,9]	3144,6	[3134,6 ; 3154,6]

Legenda:

VA time - Tempos de atividades de valor acrescentado

Wait time - Tempos de espera

Transfer time - Tempos despendidos com movimentações entre postos de trabalho

Lead time - Tempo total

IC [95%] - Intervalo de confiança a 95%

Da observação da tabela 8, e focando a atenção nos valores de VA dos cenários criados, é possível verificar que o seu valor se mantém relativamente constante em todos os cenários criados para a análise em questão. Esta constância permite concluir que independentemente das alterações impostas por cada um dos cenários criados, o tempo utilizado pelos colaboradores para a realização das suas atividades produtivas que acrescentam valor ao produto final não irá ser alterado.

Ainda da observação da tabela anterior (tabela 8) é possível constatar que o valor do *transfer time* se manteve constante em todos os cenários criados. A imutabilidade deste valor é explicada pelo facto de não terem sido consideradas alterações aos tempos despendidos com movimentações entre postos de trabalho (que ainda que sejam parte integrante de todo o processo, foram consideradas pouco significativas devido ao seu valor reduzido) no estudo em questão, sendo os valores registados consequência natural da variabilidade do próprio processo produtivo.

Da comparação entre os valores dos tempos de espera obtidos no cenário A e no cenário B, foi possível verificar que este sofreu uma redução de 91.1% (ou de 10486.4 segundos) do seu valor em B, sendo essa uma consequência direta do balanceamento da linha de montagem em análise. Esta redução drástica dos tempos de espera verificada no cenário B refletiu-se ainda numa diminuição na ordem dos 76.3% (ou 10486.8 segundos) dos seus *lead times*.

Por sua vez, quando comparados os valores dos tempos de espera obtidos no cenário A e no cenário C, verificou-se que este sofreu uma redução de 3.99% (ou 459.6 segundos) no seu valor em C, fruto da criação do supermercado de componentes. Como consequência da redução anteriormente referida, foi ainda observada, em C, uma diminuição de 3.34% (ou 459.8 segundos) nos seus *lead times*. A redução dos tempos de espera no cenário C, está relacionada com a diminuição dos tempos de *picking* por parte dos colaboradores, que ao realizarem essa atividade de forma mais célere contribuem para a redução daqueles.

Por último, e da análise comparativa entre os valores obtidos para os tempos de espera no cenário A e no cenário D, verificou-se que este sofreu uma redução de 92.1% (ou 10606 segundos) no seu valor em D, resultado da ação conjunta do nivelamento da linha de montagem e da criação do supermercado de componentes. Ainda como consequência das alterações anteriormente referidas, é possível ainda verificar que existiu uma redução na ordem dos 77.1% (ou de 10607.9 segundos) nos seus *lead times*.

Assim, e depois de realizada uma análise individual a cada um dos cenários criados, foi possível afirmar que o cenário com melhores resultados para os indicadores em análise neste tópico é o cenário D, pois permite obter reduções dos tempos de espera na casa dos 92.1%, e consequentemente reduções de 77.1% nos seus *lead times*.

Indicador 3 - Taxas de utilização

Tal como o próprio nome indica, o indicador utilizado neste subtópico fornece informação acerca da taxa de ocupação de cada área de trabalho em estudo. Assim, este fornece informação acerca do quão ocupados estão os postos de trabalho, sendo que valores daquele próximos de 1 indicam que o recurso (ou área) em estudo se encontra em sobrecarga (ou perto dela) e, da mesma forma, valores mais baixos fazem transparecer uma menor sobrecarga daqueles. Por esta ordem de ideias, e ainda antes de analisar os dados obtidos através do estudo efetuado, é expectável que da alocação de colaboradores para postos de trabalho cuja sobrecarga de trabalho é maior, em detrimento de outras áreas onde aquela é menor, o seu valor de TU seja reduzido, uma vez que existindo mais operadores para realizar as atividades produtivas a sobrecarga afeta a cada um deles seja reduzida.

Na tabela 9 encontram-se representados para além do número de colaboradores afeto a cada área de trabalho, as suas taxas de utilização individuais (para cada área de trabalho

considerada) e globais para cada cenário considerado, sendo que estas últimas são um reflexo do funcionamento geral da linha de montagem de cadeiras.

Tabela 9 - Taxas de utilização individuais e gerais

Área de trabalho	Cenário A		Cenário B		Cenário C		Cenário D	
	# colaboradores	TU	# colaboradores	TU	# colaboradores	TU	# colaboradores	TU
Corte	1	0,7508	1	0,7497	1	0,7506	1	0,7503
Colagem	2	0,9811	3	0,901	2	0,998	3	0,901
Costura	2	0,7084	2	0,9764	2	0,7204	2	0,9755
Estofagem	3	0,2176	1	0,9	3	0,2218	1	0,9
Montagem	3	0,9451	4	0,9749	3	0,9595	4	0,9646
Embalamento	1	0,4359	1	0,5981	1	0,4412	1	0,5979
Média		0,6712		0,9003		0,6810		0,8967

Legenda:

colaboradores - Número de colaboradores

TU - Taxa de utilização

A análise dos valores obtidos através da simulação irá ser feita, sempre que possível e por motivos de conveniência e de facilidade de compreensão, através da comparação dos valores das TU dos cenários criados e para cada um dos recursos/áreas consideradas.

Posto isto, analisando dos valores das TU registados em cada um dos cenários na área do **corte**, pôde concluir-se que este não sofreu variações significativas do seu valor. A constância deste valor, está diretamente relacionada com o facto de não ter sido alterado o número de colaboradores a exercer as suas atividades produtivas nesta área de trabalho e, adicionalmente, com facto de este ser o primeiro posto da linha de montagem, não sofrendo desta forma alterações no seu valor resultantes das alterações efetuadas nos postos de trabalho a montante deste.

Quando analisada a área de **colagem**, e focando a atenção no valor da TU no cenário A e no cenário B, foi possível verificar que aquele sofreu uma diminuição de 8.01% no seu valor em B. A explicação para este facto encontra-se no aumento do número de operadores a realizarem atividades produtivas nesta área. Por sua vez, da análise comparativa entre os valores da TU nos cenários A e C, foi possível concluir que o seu valor não se alterou significativamente (tendo sido observado um aumento, considerado não significativo, da TU em C de 1.7%), estando este facto mais uma vez relacionado com a manutenção do número de operadores nesta área de trabalho. Por fim, e analisando os valores obtidos para a TU no cenário A e D, e tendo em consideração o valor da TU obtido no cenário B, concluiu-se que este sofreu uma redução de 8.01% no seu valor em D, consequência do balanceamento da linha de montagem.

Da análise da área de **costura**, e focando a atenção no valor da TU obtidos no cenário A e no cenário B, foi possível verificar que aquela sofreu um aumento de 37.83% no seu valor em B.

Tendo o número de colaboradores se mantido contante nesta área de trabalho nos cenários em análise, seria expectável que o valor das respetivas TU também não sofresse alterações. Porém, e como verificado anteriormente, tal não se verificou tendo sido observado um aumento significativo do seu valor em B. Assim, a explicação encontrada para o aumento observado foi o incremento do número de colaboradores no posto de trabalho imediatamente a montante deste (colagem), que provocou um aumento do número de artigos produzidos e que são utilizados pelo setor da costura. Por sua vez, o aumento da quantidade de materiais disponíveis neste setor fez disparar a sua taxa de ocupação. Por outro lado, quando comparado o valor da TU nos cenários A e C, verificou-se que o seu valor em C não sofreu alterações significativas, o que leva a concluir que a criação do supermercado de componentes não afeta de forma significativa a TU no setor em análise. Por último, e pela observação do valor da TU obtido nos cenários A e D, foi possível apurar que este sofreu um aumento de 37.7% no seu valor em D. Adicionalmente, e considerando o valor da TU obtida no cenário B, é possível verificar que este é praticamente igual ao obtido no cenário D, o que permite concluir que o aumento da TU verificada neste último é consequência exclusiva do nivelamento das linhas de montagem.

Da análise do setor de **estofagem**, e através da comparação do valor da TU nos cenários A e B, foi possível verificar que este sofreu um aumento de 313.6% no seu valor em B. Esta variação é explicada pela ação conjunta do aumento de materiais disponíveis nesta área para exercer atividades produtivas (resultado dum aumento do número de artigos produzidos no sector de costura) e pela diminuição do número de colaboradores que aqui exercem as suas atividades produtivas, sobrecarregando assim os operadores que aí se mantiveram. Por sua vez, através da comparação dos valores da TU nos cenários A e C, foi possível concluir, pelo facto do seu valor se manter praticamente inalterado de A para C, que a criação de um supermercado de componentes não afeta de forma significativa as taxas de utilização do setor em análise. Por fim, e quando comparado o valor da TU no cenário A e D, foi possível verificar que este sofreu, de forma idêntica ao verificado no cenário B, um aumento de 313.6% no seu valor em D, permitindo assim concluir que o aumento da TU observada no cenário D se deve unicamente ao balanceamento das linhas de montagem.

Por sua vez, da análise da área de **montagem**, e focando primeiramente a atenção nos valores da TU nos cenários A e B, verificou-se que este sofreu um aumento de 3.15% do seu valor em B. Contrariamente ao constatado em vários casos anteriormente observados, em que um aumento do número de colaboradores numa determinada área de trabalho se reflete numa

diminuição da respetiva TU, neste caso isso não se verifica, tendo o seu valor aumentado ligeiramente. Assim, e tendo em consideração que o setor de montagem funciona como uma área gargalo do processo produtivo, o aumento verificado é explicado pela ação conjunta do incremento do número de colaboradores que aqui desenvolvem a sua atividade laboral com o aumento da quantidade de material disponível para o desenvolvimento das atividades produtivas. Por outro lado, através de uma análise comparativa entre o valor da TU no cenário A e C, foi possível concluir que a criação do supermercado de componentes não afetou de forma significativa a TU nesta área de trabalho. Por último, da comparação do valor da TU no cenário A e D, foi possível verificar um aumento de 2,06% no seu valor em D. Este aumento, ainda que pouco significativo, teve causas idênticas aquelas que foram explicadas anteriormente através da comparação do cenário A e B, pelo que foi possível concluir que o valor da TU obtida no cenário D foi resultado do balanceamento da linha de montagem e do aumento da quantidade de materiais disponíveis para utilização nos postos de trabalho.

Por fim, e da análise do sector de **embalamento**, foi possível verificar que o valor da TU no cenário B sofreu um aumento de 37.2% em comparação com o cenário A. Assim, e não tendo sido aumentado o número de colaboradores a desenvolver atividades nesta área, tornou-se possível concluir que o seu incremento está relacionado com o aumento da quantidade de material disponível para realizar as atividades produtivas neste setor. Por sua vez, e da comparação do valor da TU obtido no cenário A e no cenário C, foi possível verificar que este não sofreu alterações significativas, podendo assim concluir-se que a criação do supermercado de componentes não teve uma influência significativa na TU desta área de trabalho. Por último, e analisando o valor da TU obtido no cenário A e no cenário D, e tendo em conta o valor da TU verificado no cenário B, foi possível concluir que o valor registado em D tem causas idênticas às aquelas que foram explicadas aquando da comparação dos valores da TU entre o cenário A e B.

Na figura 57 encontram-se representadas as taxas de utilização de cada área de trabalho estudada para cada cenário considerado.

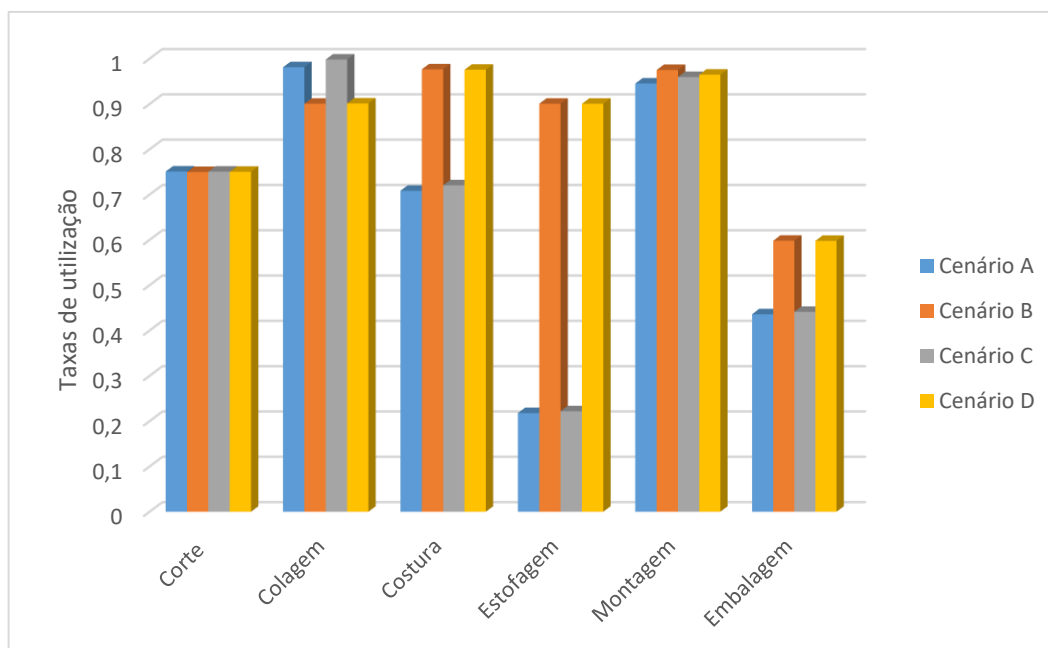


Figura 57 - Taxas de utilização por área de trabalho e cenário considerado

Além da análise anteriormente efetuada envolvendo os valores individuais das taxas de utilização de cada área de trabalho para cada cenário criado, foi também realizada uma análise comparativa entre as médias globais destas taxas em cada cenário considerado. Assim, e pela observação dos valores obtidos, foi possível concluir que apenas o balanceamento da linha de montagem (cenário B) teve um efeito direto no aumento das taxas de utilização globais, não se registrando o mesmo comportamento aquando da consideração da existência de um supermercado de componentes (cenário C). Posto isto, este aumento foi explicado pelo incremento do número de colaboradores em áreas gargalo, resultando num acréscimo da atividade laboral ao longo de toda a linha de montagem e, em última análise, numa maior produtividade do setor.

Indicador 4 - Tempos de falhas

O quarto e último indicador utilizado para avaliar a qualidade das alterações impostas pela criação de cada um dos cenários analisados foi o tempo de falhas. Este indicador permite observar de que forma variam os tempos despendidos com as falhas de materiais em cada uma das áreas estudadas e para cada cenário considerado. Para esta análise, apenas foram consideradas as três áreas de trabalho onde se verificou haver paragens da atividade produtiva motivadas por falhas de material de montagem (área de corte, área de colagem e área de montagem) no decorrer do ciclo produtivo.

Posto isto, na tabela 10 encontram-se representados, além dos valores médios dos tempos despendidos com as falhas de materiais, as suas variações observadas para cada área de trabalho considerada e em cada cenário criado.

Tabela 10 - Tempos despendidos com falhas de materiais e respetivas variações percentuais entre cenários

Área de trabalho	Cenário A		Cenário B		Cenário C		Cenário D	
	Média [s]	V.P dos T.F.	Média [s]	V.P dos T.F.	Média [s]	V.P dos T.F.	Média [s]	V.P dos T.F.
Corte	113,68	N.A.	113,87	0,0017	119,47	0,0509	130,16	0,1450
Colagem	121,13	N.A.	143,73	0,1866	31,03	-0,7438	46,61	-0,6152
Montagem	132,04	N.A.	130,98	-0,0080	32,41	-0,7546	26,39	-0,8001

Legenda:

V.P dos T.F. – Variação percentual dos tempos de falhas

N.A. – Não aplicável

Da análise da tabela anterior foi possível concluir que o cenário B não trouxe melhorias significativas no que diz respeito à redução dos tempos despendidos com falhas de materiais. Esta conclusão foi retirada com base na comparação dos valores médios dos tempos de falhas registados no cenário A e B para as áreas de corte e de montagem, não se tendo verificado uma variação significativa dos seus valores. No entanto, da análise da variação dos tempos em estudo entre o cenário A e B para área da colagem, foi possível verificar que este sofreu um aumento de 18.66% do seu valor em B, sendo este aumento do número de paragens devido ao incremento da quantidade de colaboradores que aí exercem as suas atividades laborais.

Por sua vez, quando comparados os valores médios dos tempos despendidos com falhas de material no cenário A e C, foi possível concluir que, à exceção da área de corte, a criação de um supermercado de componentes teve uma influência direta na diminuição daqueles. Assim, e observando os valores registados, foram verificadas reduções dos tempos em análise na ordem dos 74.38% e 75.46% para a área de colagem e de montagem respetivamente.

Por outro lado, da análise comparativa entre os tempos médios despendidos com falhas de material no cenário A e D, foi possível apurar que, à semelhança do que foi verificado no cenário C, as áreas de colagem e de montagem sofreram reduções consideráveis no seu valor (de 61.52% e 80.01% respetivamente), enquanto que a área de corte sofreu um ligeiro aumento (de 14.5%). Os valores registados no cenário D foram, de alguma forma, ao encontro daquilo que seria de esperar na medida em que, como anteriormente verificado, o nivelamento da linha produtiva não afetou de forma significativa os tempos de falhas registados, pelo que seria de esperar que os valores observados no cenário D fossem semelhantes aos observados no cenário C.

4. Conclusões

O presente estudo incidiu sobre um caso real, aplicado numa empresa portuguesa orientada para o fabrico e montagem de material de escritório, mais precisamente no setor de montagem de cadeiras. Nesta, foi proposto identificar e solucionar problemas no contexto do departamento de produção, com o objetivo de aumentar a eficiência de uma linha de montagem.

Assim, foi analisado o setor em causa e foram identificados os problemas que o afetavam, sendo que os principais eram a desordem, tanto dos postos de trabalho como das áreas adjacentes, e a descontinuidade do ciclo produtivo por motivos de falta de material aquando da montagem dos artigos.

Após a identificação dos problemas afetos à linha de montagem em estudo foi realizada a reformulação do *layout* da mesma tendo por base as filosofias *lean*. Esta reformulação passou pelo melhor aproveitamento do espaço disponível, pela organização e limpeza dos postos de trabalho, por um posicionamento mais eficiente de todos os equipamentos necessários às atividades produtivas (nomeadamente pela disposição daqueles em posições estratégicas de forma minimizar os tempos quer de movimentação de pessoas quer de materiais), pela implementação de equipamentos que facilitam de alguma forma as atividades desenvolvidas pelos colaboradores (por exemplo a implementação, nas mesas de montagem de interruptores responsáveis pelo movimento da passadeira de forma a se transferirem os produtos semi-acabados entre postos de trabalho de forma mais rápida e eficiente) e através de uma tentativa recorrente de alertar e consciencializar, através de conversas informais, todos os colaboradores acerca dos benefícios das boas práticas laborais.

Paralelamente à reformulação do *layout* da linha de montagem de cadeiras, foi criado um supermercado de componentes, numa zona adjacente àquela, com o objetivo de, por um lado facilitar o acesso dos colaboradores aos componentes de que necessitam para realizar as suas atividades produtivas e, por outro, facilitar o processo de gestão de *stocks*. Adicionalmente, e como forma de complementar o supermercado, foi criado e implementado um sistema de etiquetagem dos materiais que ali se encontram, sendo este responsável por facilitar a localização e reposição dos materiais que identifica.

Por sua vez, e da análise dos dados obtidos pelo estudo realizado através do software de simulação *Arena*, foi possível retirar conclusões acerca das duas grandes alterações efetuadas neste setor: a reformulação do *layout* da linha de montagem e a criação de um supermercado de

componentes. Para isso, foram utilizados uma série de indicadores de performance que, embora se debrucem sobre o mesmo caso de estudo, fornecem dados para análise bastante distintos, podendo deles retirar-se conclusões bastante diferentes. Assim, e após uma análise dos resultados obtidos com cada um dos indicadores considerados, foi possível concluir que o balanceamento da linha de montagem teve um efeito direto muito significativo no aumento da sua eficiência produtiva. Por outro lado, com base nos indicadores considerados e á exceção do indicador “tempos de falhas” utilizado, não há indicação de que a criação de um supermercado de componentes afete de forma considerável a eficiência produtiva da linha de montagem. podendo a existência daquele ter efeitos positivos para o setor que não podem ser avaliados através da simulação (como é exemplo o aumento da comodidade dos colaboradores ao ter sido reduzida a distância que necessitam de percorrer para se abastecerem dos materiais de que necessitam para exercer as suas atividades produtivas ou o aumento dos níveis de organização de todo o setor).

Por fim concluiu-se que de nada vale fazer alterações no terreno, sejam elas de que tipo for, se não for feito um esforço diário, por parte de todos, no sentido de trabalhar sempre na direção de uma melhoria constante. Posto isto, os colaboradores que de alguma forma possuam algum tipo de cargo de chefia, devem ser responsáveis por um constante “relembrar” aos seus colegas de trabalho da importância que as boas práticas laborais têm, quer para eles próprios quer para a organização que representam.

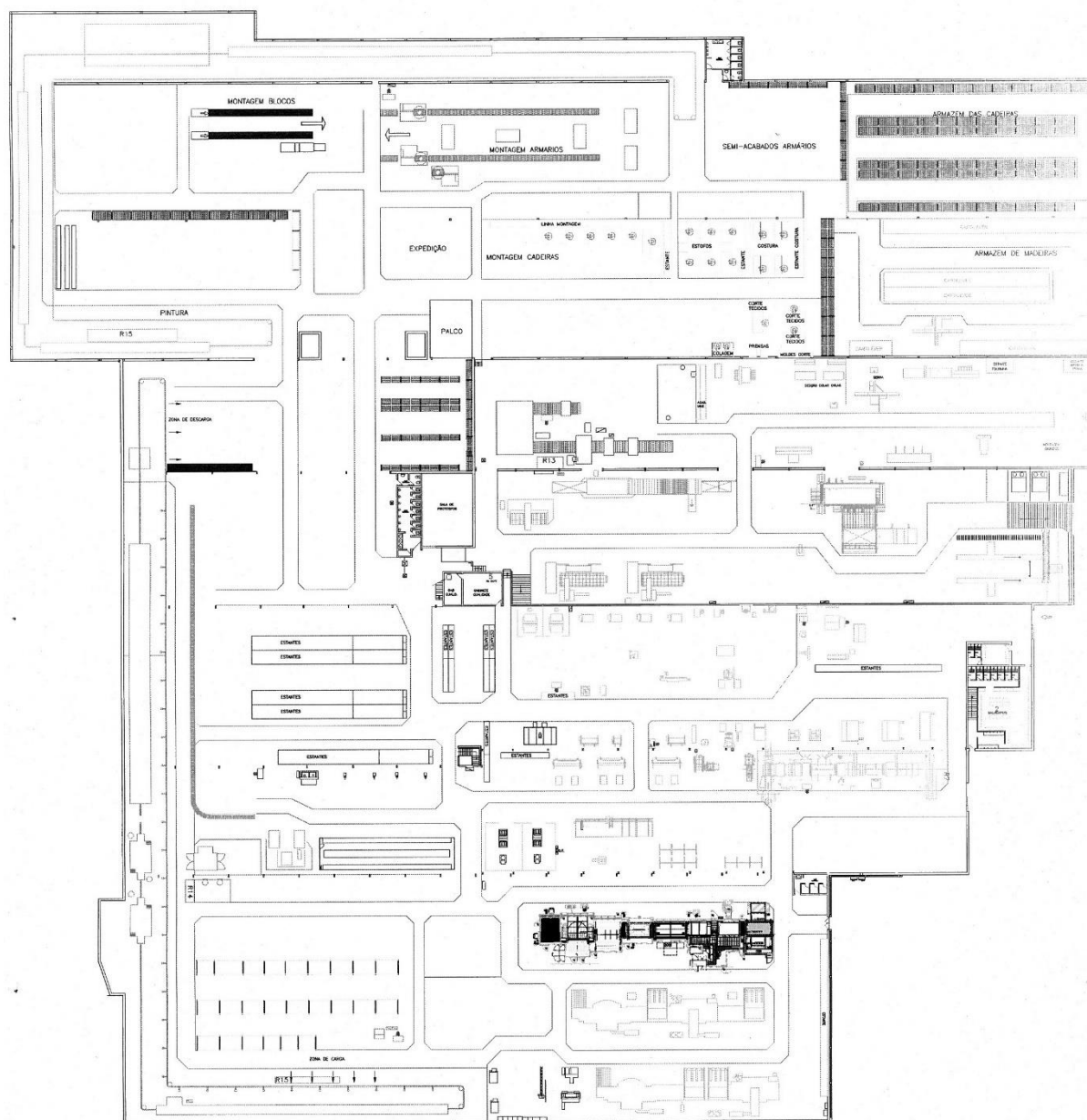
Referências bibliográficas

- Doran, G. T. (1981). "There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives". *Management Review*. AMA FORUM. 70 (11): 35–36.
- Gallardo, C. A. (2007). Princípios e Ferramentas do Lean Thinking na Estabilização Básica: Diretrizes para Implantação no Processo de Fabricação de Telhas de Concreto Pré-Fabricadas. Campinas - SP: Dissertação de Mestrado.
- Ghinato, P. (2000). Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. Recife, UFPE.
- Hansen, C. Robert, 2002. Overall Equipment Effectiveness. A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profits. Industrial Press Inc, New York.
- Imai, M. (1986). Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success. (T. K. Institute, Ed.) (p. 259). McGraw-HILL
- Lander, E. (2007). Implementing Toyota-Style Systems in High Variability Environments. Doctor, The University of Michigan
- Levira, Empresa. Disponível em: <http://www.levira.pt/pt/empresa> Acedido em: 24 de Novembro de 2016
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York, McGraw-Hill.
- Ohno, T., 1988. The Toyota Production System: Beyond Large Scale-Production. Productivity Press.
- Pinto, J. P. (2014). Pensamento LEAN - A filosofia das organizações vencedoras.
- Prébuild, História. Disponível em: <http://www.Prébuild.com/pt/grupo/historia> Acedido em: 24 de Novembro de 2016.
- Prébuild, International. Disponível em: <http://www.Prébuild.com/pt/international/europa?q=pt/international/europa/portugal#bread> Acedido em: 24 de Novembro de 2016
- Prébuild, Levira. Disponível em: <http://www.prebuild.com/pt/empresas/levira> Acedido em: 24 de Novembro de 2016
- Rother, M. e Shook, J., 2003. Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA.
- Suzuki, Kiyoshi. 2010. Gestão de Operações LEAN, Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua. 1ª ed: LeanOp Press. Original edition, The New Manufacturing Challenge

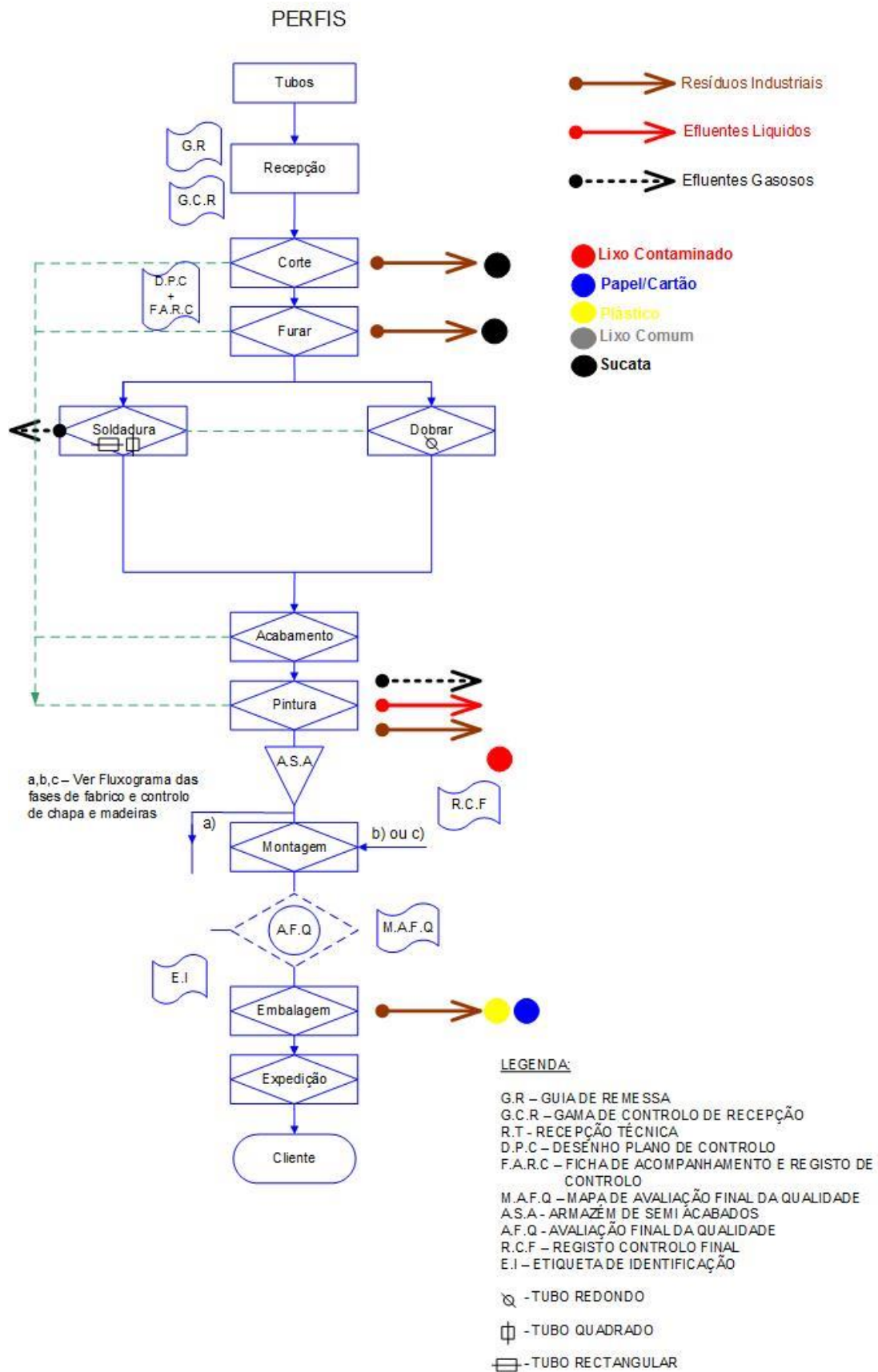
- Womack, James P.: Daniel T. Jones. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon and Schuster, 2003

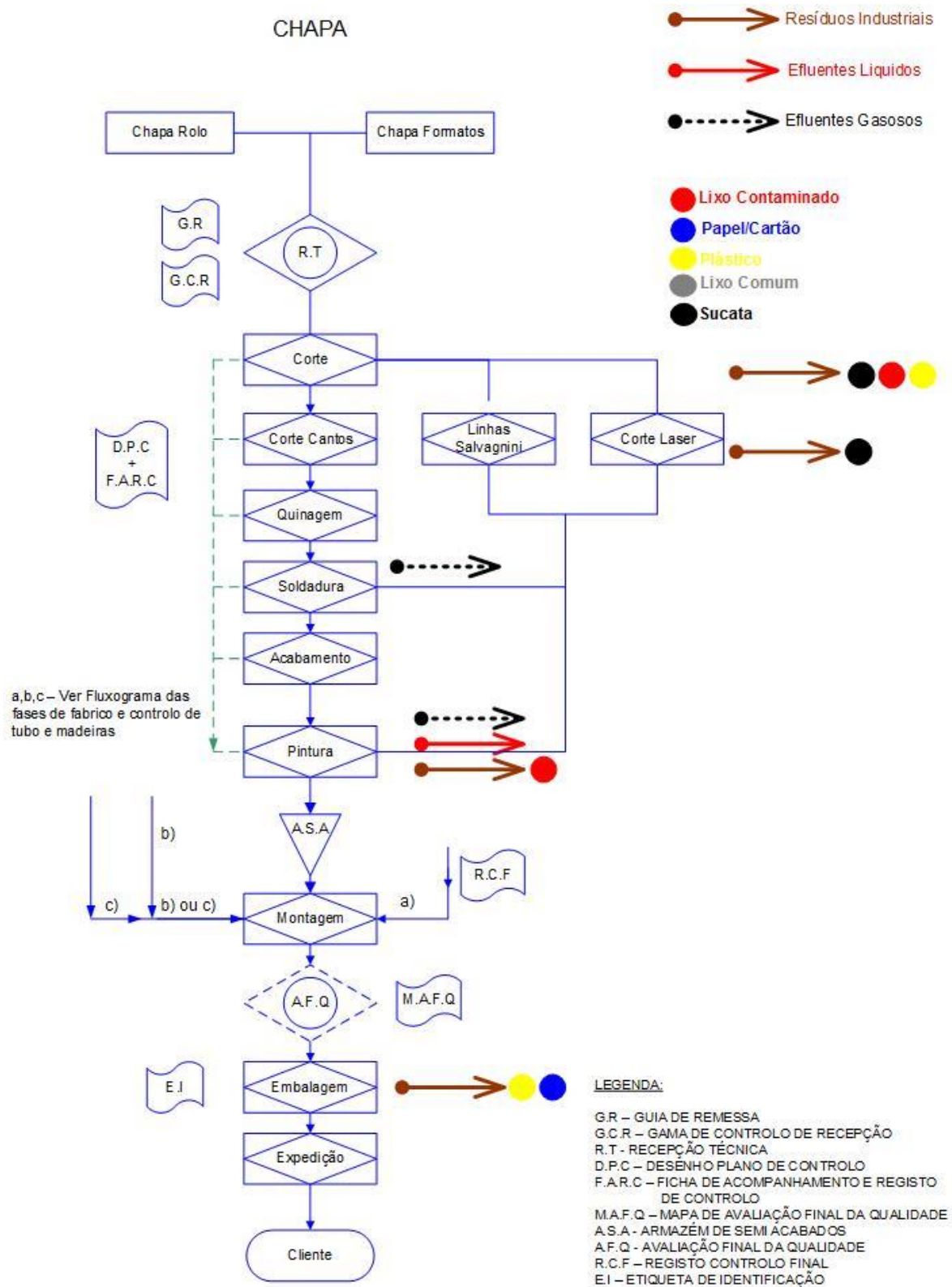
Anexos

A - Layout geral da Metalúrgica do Levira S.A.

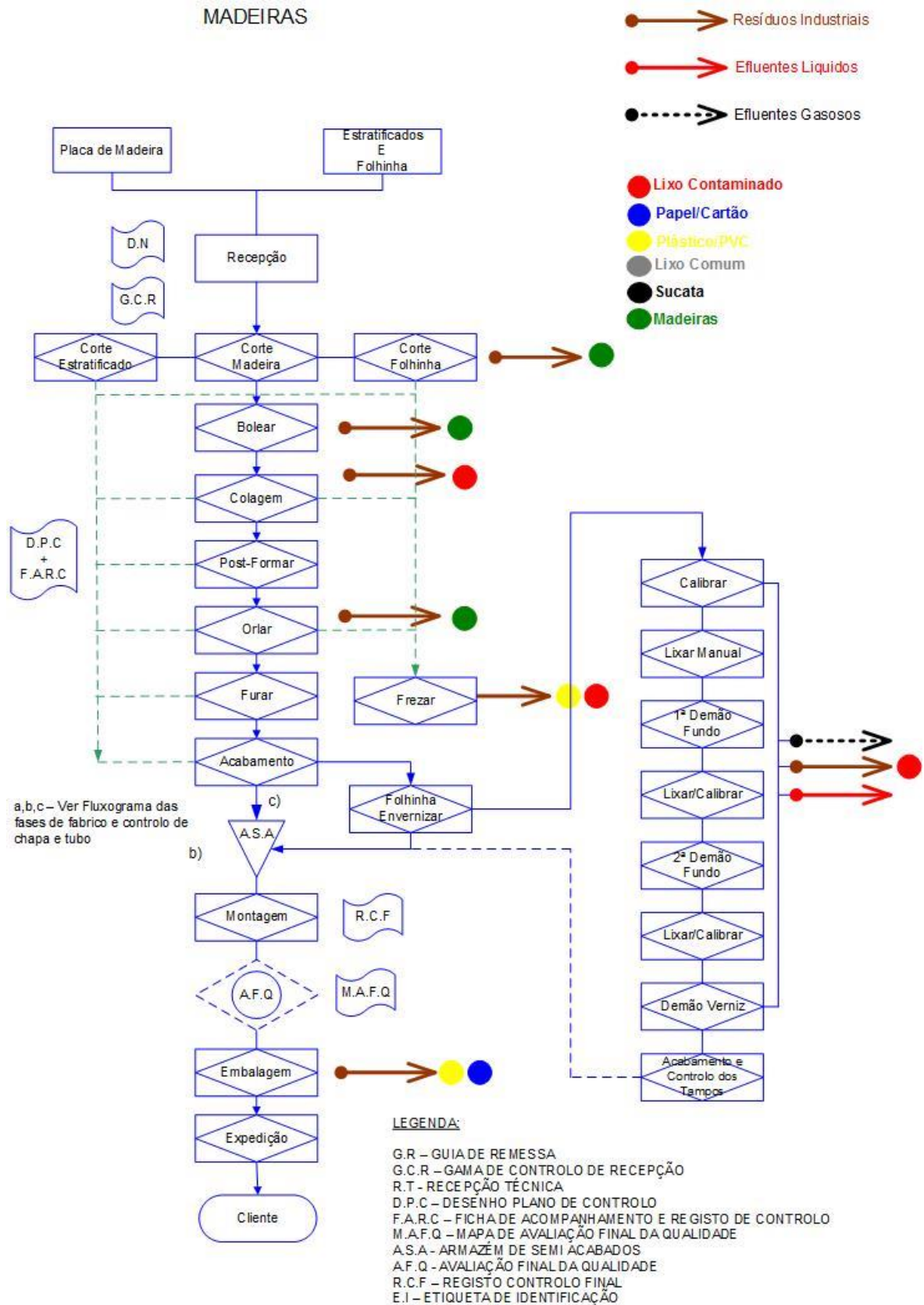


B - Fluxogramas das áreas produtivas da Levira S.A.

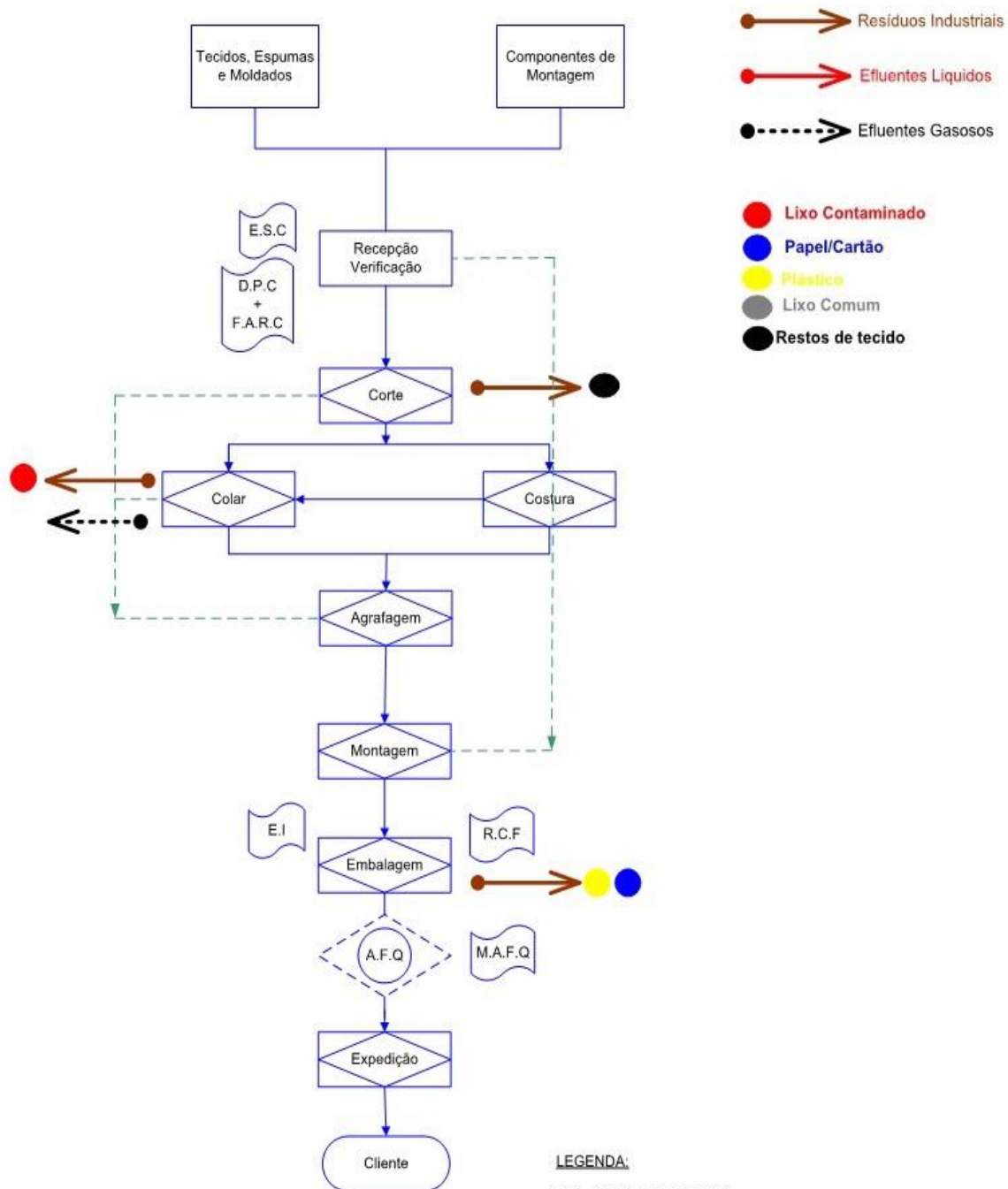




MADEIRAS



CADEIRAS



LEGENDA:

G.R – GUIA DE REMESSA
 G.C.R – GAMA DE CONTROLO DE RECEPÇÃO
 R.T - RECEPÇÃO TÉCNICA
 D.P.C – DESENHO PLANO DE CONTROLO
 F.A.R.C – FICHA DE ACOMPANHAMENTO E REGISTO DE CONTROLO
 M.A.F.Q – MAPA DE AVALIAÇÃO FINAL DA QUALIDADE
 A.S.A - ARMAZÉM DE SEMI ACABADOS
 A.F.Q - AVALIAÇÃO FINAL DA QUALIDADE
 R.C.F – REGISTO CONTROLO FINAL
 E.I – ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO
 E.S.C – ETIQUETA SOB CONDIÇÃO

C - Lista de componentes utilizados pela linha de montagem de cadeiras no ano de 2016

Nº identificação	Código	Descrição	Qt. saída anual	Nec. semanal	Qt. em supermercado
Moldados (MOL)					
1	1912397416	Mol. Assento TOTEN (OLIBERE)	2216	47	50
2	1912319416	Mol. Assento T-SIT/LINK	1200	25	25
3	160301226	Mol. Espuma costa média TOTEN	1173	25	25
4	160301326	Mol. Espuma costa alta TOTEN	1032	22	25
5	160300826	Mol. Costa cad. CONF.	760	16	20
6	160300726	Mol. Assento cad. CONF.	660	14	20
7	160300626	Mol. Costa média cad. Rodada T-SIT	262	6	10
8	160300526	Mol. Costa alta cad. Rodada T-SIT *	236	5	5
9	160300326	Mol. Assento cad. ISSO *	204	5	5
10	160300426	Mol. Costa cad. ISO *	204	5	5
11	160301026	Mol. Espuma costa alta cad. LINK *	172	4	5
12	160320326	Mol. Costa sofá AIR *	144	3	5
13	160320426	Mol. Assento sofá AIR *	136	3	5
Assentos (ASS)					
1	1912310416	Assento preto cad. T-SIT multifunções	2075	44	50
2	191287926	Assento mad. Cad. LINK/T-SIT/CLIP/TOTEN	1761	37	37
3	1912396416	Assento interior TOTEN 150-5452-0009011	1620	34	40
4	1912395416	Assento exterior TOTEN 150-5450-0009011	1600	34	40
5	1912310400	Assento branco cad. T-SIT multifunções	1455	31	40
6	1912318416	Assento interior preto cad. T-SIT multifunções	960	20	20
7	1912392416	Assento exterior preto LINK 455-5464-0009011	600	13	20
8	1912310408	Assento laranja cad. T-SIT multifunções *	170	4	5
9	1912317416	Assento exterior preto cad. T-SIT Work *	150	4	5
Costas (C)					
1	1912311416	Costa preto cad. T-SIT multifunções	2500	53	60
2	1912311400	Costa branco cad. T-SIT multifunções	1495	32	40
4	1912303416	Costa ext. preto cad. T-SIT Work	375	8	20
5	1912311408	Costa laranja cad. T-SIT multifunções *	190	4	5
6	191230126	Costa baixa int. cad. T-SIT Work *	150	4	5
7	1912303400	Costa ext. branco cad. T-SIT Work *	140	3	5
8	1912311237	Costa verde lima cad. T-SIT Work multifunções *	100	3	5
9	191230226	Costa alta int. cad. T-SIT Work *	100	3	5
10	1912181126	Costa ext. cad. ISO *	60	2	5
11	191218226	Costa int. cad. ISO *	60	2	5
Tacos (TAC)					
1	1218819416	Taco plástico tubo redondo 18x2 FIG600B58125	5000	105	N.A.
2	1218012416	Taco 1/2 can. Cad. T-SIT/CONF./TRENO/TOTEN	3000	63	N.A.
3	1218033416	Taco plástico 30x20 preto cad.	3000	63	N.A.
4	121800626	Taco 1/2 can. Cad. CONF./TRENO var.	2000	42	N.A.
6	1218789416	Taco plástico p/tubo oval 60x30x1.5 preto	1050	22	N.A.
7	1218788416	Taco plástico p/tubo 30x30x1.5 preto	1000	21	N.A.
9	1218033400	Taco plástico 30x20 branco cad.	1400	30	N.A.

* - situações de armazenamento excecional;

N.A. – Não aplicável

Nº identificação	Código	Descrição	Qt. Anual Saida	Nec. Semanal	Qt. em supermercado
Enchimento (E)					
1	1218093416	Enchimento costas preto cad. CLIP/LEONE	1950	41	N.A.
2	1218093400	Enchimento costas branco cad. CLIP/LEONE	790	17	N.A.
3	1218093408	Enchimento costas laranja cad. CLIP/LEONE *	170	4	N.A.
Braços (B)					
1	1912398416	Apoio braço T200 V15 454-4432-0019011	1152	24	96
2	1912399416	Apoio braço T200 V15 454-4432-0029011	1152	24	96
3	1218092416	Braço cadeira CLIP/LINK/CONF. Preto	874	19	20
4	1912347416	Apoio braço esq. T500T11 180-8691-0019011	870	19	100
5	1912348416	Apoio braço dir. T500T11 180-8691-0019011	870	19	100
6	1912337416	Par braços pretos cad. T-SIT CONF.	591	13	15
7	1912337400	Par braços brancos cad. T-SIT CONF.	401	9	10
8	1912324416	Braço preto T-600 esq. 2D	400	9	10
9	1912325416	Braço preto T-600 dir. 2D	400	9	10
Amortecedores (AMORT)					
1	191233226	Amort. KGL272 negro cad. LINK/TOTEN	2335	49	60
2	1912435416	Amort. T-SIT/RUNNY/TOTEN base-aluminio RODIAG	530	12	15
3	191241226	Amort. pequeno 195mm KGLC PGBS195 RODIAG	110	3	5
Estruturas (EST)					
12	1912338400	Carcaça cad. CONFIDENT M-0471 branco	200	5	5
13	1912338416	Carcaça cad. CONFIDENT M-0471 preto	200	5	5
15	191237130	Cromagem estrut. perna cad. LINK/CONFIDENT *	143	3	5
16	190305726	Polimento estrut. costa cad. Rodada T-SIT *	141	3	5
17	190306326	Cromagem estrut. cad. TRENO c/braço T-SIT/TOTEN *	117	3	5
Tampas (T)					
1	1912307416	Tampa preto braço cad. T-SIT Work	2395	50	N.A.
2	1912306416	Tampa preto costa T-SIT Work	365	8	N.A.
3	1912352400	Tapa plástico branco viga conjunto T-SIT	350	8	N.A.
4	1912352416	Tapa plástico preto viga conjunto T-SIT	300	7	N.A.
5	1912306400	Tampa branco costa T-SIT Work *	17	1	N.A.
Rodas/bases/pés (BASE)					
1	1213014418	Rodas cad. Rodada com fren. Perna silenc.	3600	75	75
2	191242416	Base cad. LINK B1-T nylon (DONATI)	2418	51	78
4	191242003	Base polida cad. LINK B1-T lucid. (DONATI)	336	7	75
Fechos (FE)					
1	161500416	Fecho para cad. TOTEN c/45cm	784	17	17
2	1615020A26	Fecho cinzo para sofá AIR-CLOSE c/730mm *	73	2	5
Frizos (F)					
1	1912314400	Frizo costa 262/06 cad. Fix. Branco	2250	47	N.A.
2	1912314416	Frizo costa preto cad. Fix. T-SIT/CLIP/LEONE	2100	44	N.A.
3	1912314236	Frizo costa 262/06 cad. Fix. Branco marfim	300	7	N.A.
4	1912314408	Frizo costa laranja cad. Fix. T-SIT/CLIP/LEONE	250	6	N.A.

* - situações de armazenamento excecional

N.A. – Não aplicável

Nº identificação	Código	Descrição	Qt. Anual Saída	Nec. Semanal	Qt. em supermercado
Mecanismos (M)					
1	1912350416	Manípulo grande preto 428-9222-0009011 T11	5998	125	N.A.
2	121800726	Mola plástica PP cad. CONF.	5385	113	N.A.
3	1218013416	Pé louco para cad.CONF. 4 pernas	5000	105	N.A.
4	191236226	Mec. para cad. TOTEN NBC004	1349	29	32
5	191210726	Mec.regulador altura cad. TOTEN "SBS" s/ braço	1232	26	30
6	19123112416	Conjunto regulador altura costa cad. T-SIT Work	550	12	12
7	1216013416	Pater RD. 60 preto cadeiras	400	9	9
8	121800526	Molas plásticas para mecanismo cad. Rodada	250	6	6
9	161502125	Botão para sofá capitonet *	180	4	N.A.
10	1912351416	Mec. assento preto C4 cad. Rodada Work *	105	3	25
11	1912047416	Mec. regulacao costa estofada LINK *	100	3	10
12	190305626	Polimento base cadeira rodada T-SIT *	158	4	4
13	191222528	Piast. Branco ref. PSM01546NR *	95	2	10

* - situações de armazenamento excepcional

N.A. – Não aplicável

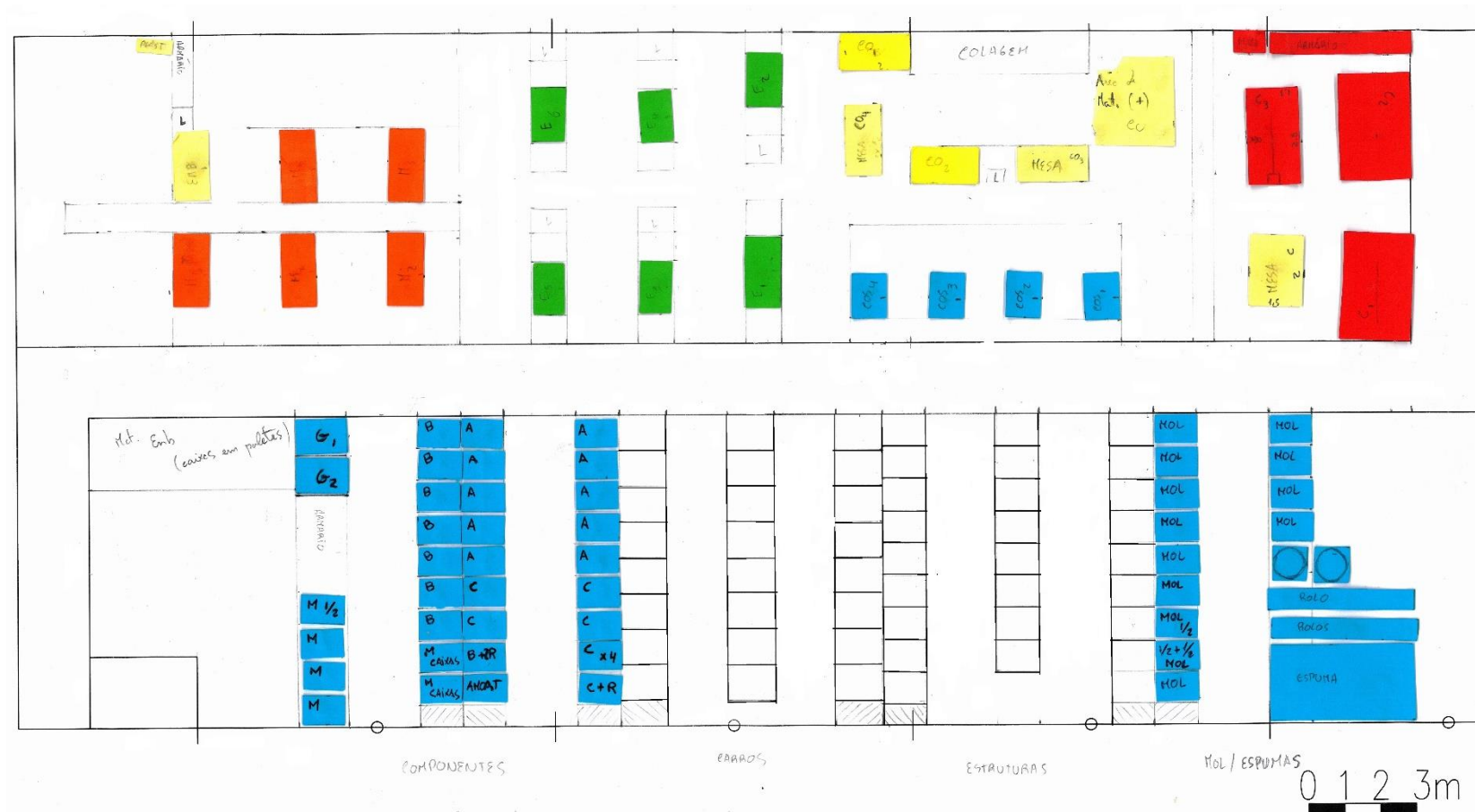
D - Armário de componentes

M 2	M 6/8	M 3/9	T 3/4
E 1	E 2/3	F 1/2 3/4	TAC 3
TAC 1	TAC 2	TAC 4	TAC 9
TAC 6	TAC 7	BASE 1	BASE 1

E - Componentes utilizados na montagem da cadeira T-SIT

Código	Descrição
120110125	Parafuso c/ cil. Oval PH 2,9x6,5 zincado
12012138	Parafuso c/lent. PH M6x25 oxidado
120123025	Parafuso c/chat. PZD 4,5x20 zincado
120130126	Parafuso unbrako cab. Cil. M8x16 zincado
120210225	Porca sextav. M8 c/ freio zincado
120404925	Anilha chapa M8 D125 zincada
121303826	Rod. c/ perno 5920 UOI 065 B10-10x20/10
1218100416	Remate costa TOTEN estofada preto
160301326	Moldado espuma costa alta TOTEN #
1609005856	Tecido ATLANTIC preto 60999 #
161000826	Fibra acrilica enchimento 100 gr.
161001026	Fibra acrilica enchimento 150 gr.
170230000	Caixa p/ cad. 620x620x990 catanho c/ impress.
171100590	Saco plástico 600x200x200x1000x0,03 (kg)
191210426	Encosto madeira 12mm cad. TOTEN
191210726	Mec. Reg. Alt. Cad. TOTEN "SBS" sem barra #
191233226	Amort. KGLC272 negro cad. LINK/TOTEN #
191236226	Mec. p/cad. TOTEN NBC004 #
1912395416	Assento exterior TOTEN 150-5450-0009011
1912396416	Assento interior TOTEN 150-5452-0009011
1912397416	Moldado do assento TOTEN (OLIBERE) #
191242416	Base cad. LINK B1-T nylon (DONATI) #

F - Proposta de alteração de *layout* apresentada



G - Layout final do sector de montagem de cadeiras

